

VŠB – Technická universita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

## **Vliv technologie RVS na parametry motoru**

### ***Impact Appreciation of RVS Technology on Engine Parameters***

Student:

Jan Zeman

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Richtář

**Šumperk 2009**

Kopie zadání bakalářské práce

## **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

**Prohlašuji, že:**

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠBTUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě : .....

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

ZEMAN, J. Posouzení vlivu technologie RVS na parametry motoru. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009, 76 s. Bakalářská práce, vedoucí: Richtář, M.

Cílem této bakalářské práce je ověřit vliv renovační technologie RVS na parametry spalovacího motoru. V první části práce jsem popsal úvod k problematice renovačních technologií a cíl bakalářské práce. V druhé části jsem se věnoval popisu renovačních přípravků, jejich složení a průběhu renovace. Ve třetí části jsem podrobně popsal technologii RVS. Základní složení přípravku RVS, vznik opotřebení, průběh renovace a vlastnosti zrenovovaného povrchu. Ve čtvrté části se zabývám měřenými parametry, výběrem vhodného motoru, výběrem přípravku RVS, metodikou zkoušek, samotným měřením a vyhodnocením. V závěru pak shrnuji svoje zjištění a doporučení.

## **ANOTATION OF THESIS**

ZEMAN, J. Impact Appreciation of RVS Technology on Engine Parameters. Ostrava: Institute of Transport, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2009, 76 s. Thesis head: Richtář, M.

The aim of this bachelor thesis is to examine renovation technology-RVS-and what influence it has on the parameters of a combustion engine. The first part describes the basic problems of renovation technologies and the aim of the work. The second part deals with a description of renovation agents, their composition and the process of renovation. The third part gives a detailed description of RVS technologies, the ingredients of the RVS agent, wearout, the process of renovation and qualities of the surface renovated. The fourth part describes parameters measured, choice of a suitable engine, choice of an RVS agent, test methodology, measuring and evaluation. The last part is a resume of my findings and recommendations.

# Obsah

<b>Seznam použitých zkratk, symbolů a značek .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Renovační přípravky .....</b>	<b>9</b>
2.1 <i>Popis renovačních přípravku .....</i>	9
2.2 <i>Složení renovačních přípravku .....</i>	9
<b>3 Technologie RVS .....</b>	<b>11</b>
3.1 <i>Popis technologie RVS .....</i>	11
3.2 <i>Složení přípravku RVS .....</i>	11
3.3 <i>Mechanismus opotřebení .....</i>	12
3.3.1 <i>Druhy opotřebení .....</i>	13
3.4 <i>Mechanismus renovace technologií RVS .....</i>	15
<b>4 Měření provozních parametrů .....</b>	<b>17</b>
4.1 <i>Požadavky na motor .....</i>	17
4.2 <i>Měřené parametry .....</i>	17
4.2.1 <i>Měření kompresních tlaků .....</i>	17
4.2.2 <i>Měření výkonu motoru .....</i>	19
4.2.3 <i>Měření emisí výfukových plynů .....</i>	20
4.3 <i>Výběr automobilu .....</i>	22
4.4 <i>Výběr přípravků RVS .....</i>	25
4.5 <i>Metodika plánu zkoušek .....</i>	28
4.6 <i>Příprava měření .....</i>	28
4.7 <i>Průběh měření .....</i>	29
4.8 <i>Vyhodnocení vlivu technologie RVS .....</i>	50
4.8.1 <i>Vyhodnocení kompresního tlaku .....</i>	50
4.8.2 <i>Vyhodnocení výkonu a točivého moment motoru .....</i>	51
4.8.3 <i>Vyhodnocení emisí výfukových plynů .....</i>	52
4.8.4 <i>Ekonomické vyhodnocení .....</i>	54
<b>5 Závěr .....</b>	<b>55</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>56</b>
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>

## **Seznam použitých zkratk, symbolů a značek**

<i>Zkratka</i>	<i>Název</i>
CO	oxid uhelnatý
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
HC	nespálené uhlovodíky
O <sub>2</sub>	kyslík
ppm	part per milion
PTFE	Poly-Tetra-Fluor-Etylen
VOŠ	Vyšší Odborná Škola
μm	mikrometr
λ	lambda

# 1 Úvod

Vývoj automobilu zaznamenal od svého počátku až do dnešních dnů obrovský pokrok. Zejména spalovací motory, které na začátku provázelo mnoho problémů, se časem díky konstrukčnímu uspořádání a novým technologiím staly nejpoužívanějším zdrojem síly v automobilech.

S rostoucím počtem vozidel začaly vznikat nové obory, ale i problémy. Jedním z velkých nedostatků spalovacího motoru jsou výfukové plyny. Jejich produkce v dnešní době podléhá emisním normám EURO, které se neustále zpřísňují. Výrobci motoru jsou nuceni neustále zdokonalovat vývoj a hledat nové technologie pro splnění jak emisních, tak i hlukových a dalších zákonných norem. Z toho vyplývá, že nové motory budou složité, drahé a budou vyžadovat sofistikovanější servisní zázemí. To vše klade velký důraz na nízké provozní náklady, spolehlivost a životnost. Znamená to tedy snížit opotřebení a tření mezi pohyblivými se součástmi motoru. Rozhodující vliv zde má mazací soustava motoru, která zajišťuje filtraci a rozvod oleje na všechna mazací místa. Další důležitou věcí je olej splňující normy předepsané výrobcem motoru a jeho pravidelné výměny.

Přesto dochází k poměrně velkému opotřebení při startu studeného motoru, kdy trvá několik sekund než je olej dopraven na všechna potřebná místa. Opravy takto opotřebovaných součástí jsou nákladné.

Cílem mé práce je ověřit vliv renovačních přípravků na provoz pístového spalovacího motoru. Co vlastně můžeme jako zákazníci očekávat, jak se projeví vlastnosti v běžném provozu, vyplatí se vůbec daná investice a lze věřit všem údajům, které výrobci udávají? Tak přesně na tyto otázky chci najít odpověď. K ověření vlastností a funkčnosti jsem vybral přípravky RVS. Přípravky aplikuji podle výrobce do osobního automobilu a v průběhu renovace budu sledovat vliv na technické parametry motoru pomocí měření na VOŠ Zábřeh.



## **2 Renovační přípravky**

### **2.1 Popis renovačních přípravku**

Základním úkolem renovačních přípravku je zlepšení stávajících parametrů motoru a prodloužení jeho životnosti. Ke zlepšení dochází za provozu, přidáním renovačních přísad do motorového oleje. Renovační přípravky využívají mazací prostředky k dopravě na místo tření. Zde vytvářejí na povrchu třecích dvojic, pomocí chemické reakce, teploty a tlaku, nový povrch. Tento povrch má lepší mechanické vlastnosti než povrch původní.

### **2.2 Složení renovačních přípravku**

#### ***Přípravky obsahující chlór***

Jedná se o přípravky jménem *Dura-Lube*, *Motor up*, *Prolong* a další. Tyto přípravky využívají skutečnosti, že chlór je jedna z nejlepších vysokotlakých přísad. Chlór vytvoří vlivem teploty na povrchu kovu chlorové soli. Takto vzniklý povrch má lepší mechanické vlastnosti než původní. Nevýhodou tohoto povrchu je, že se vlivem vlhkosti, teploty, olejových aditiv, spalin atd. začne rozpadat za současné tvorby kyseliny chlorovodíkové. Tato kyselina znehodnocuje olej, způsobuje korozi a rozpouští tenkou vrstvičku kovu, se kterou chlór původně reagoval. [1],[2],[3]

#### ***Přípravky obsahující fosfor a síru***

Jedná se o přípravky jménem *PS 23*, *Metabond* a další. Obsahují vysokotlaké aditiva, jako je síra a fosfor, které jsou vhodné pro převodové oleje, kde nevzniká tak vysoká teplota. Síra vlivem vysokých teplot, vlhkosti a olejových aditiv, v motoru způsobuje tvorbu kyseliny sírové, která má podobné vlastnosti jako kyselina chlorovodíková. Fosfor velmi dobře hoří a vytváří tak popel, který v motorovém oleji působí podobně jako brusná pasta, pokud není zachycen v olejovém filtru. [1],[2],[4]

### **Přípravky obsahující PTFE (Teflon)**

Jedná se o přípravky jménem *Slick 50*, *Ekoluble* a další, které využívají PTFE pro jeho velmi dobré mazací a separační schopnosti, antikorozivost, chemickou inertnost a další. Částičky PTFE ulpívají na povrchu díky fyzikální adsorpci, což znamená, že se v motorovém oleji neustále nalepují a odlepují z kluzných ploch po celou dobu životnosti oleje. Jsou-li částičky PTFE mezi plochami s mezním třením, zabrání jejich svárům. Platí to však jen částečně, protože PTFE nemá dobré vysokotlaké vlastnosti. Výhodou přísad s PTFE je, že žádným způsobem neovlivňují vlastnosti oleje. Olej je využíván jen k dopravě částic PTFE ke kluznému povrchu, kde se částice usadí a mechanicky zaapretuje do mikropovrchu, nebo je olejem unášena dále. [1],[2],[5],[6]

### **Přípravky obsahující kovové částice mědi, olova a stříbra**

Jedná se o přípravky jménem *Lubrifilm*, *Resurs* a další. Objeveny byly náhodou v chladicích kompresorech při zjišťování, proč kompresory v chladicích agregátech vydrží pracovat mnohem déle než byla jejich plánována životnost. Důvodem dlouhé životnosti kompresoru byla měď, která se odštěpovala z trubek při čerpání freonu a byla unášena až do válce kompresoru. Zde se usazovala na povrchu válce a vytvářela ochranný povrch. K mědi se postupným vývojem začalo přidávat ještě stříbro a olovo k zlepšení vlastnosti ochranného povrchu. [1],[7],[8]

### **Přípravek obsahující minerály**

Jedná se o přípravek jménem *RVS*. Vznik nového povrchu je založen na atomové výměnné reakci způsobené teplem. [9],[10]

## **3 Technologie RVS**

### **3.1 Popis technologie RVS**

Renovační technologie RVS byla původně vyvinuta pro obnovu a prodloužení životnosti hlavní velkých zbraňových systémů. Postupným zdokonalováním začala nacházet stále nová uplatnění, až pronikla z vojenských oborů i do civilních sféry. Technologie RVS je založena na atomové výměnné reakci způsobené teplem. Díky vytvořené třecí a kinetické energii vznikne vrstva, jež je dokonale prolnuta s podkladovým materiálem. Ošetřený povrch přípravkem RVS získává kovokeramický charakter. Různá poškození viditelná před aplikací jsou vyplněna a překryta novou vrstvou. Základním složením přípravků RVS jsou minerály šungit, serpentín, nefrit, potom katalyzátory a další přísady, které se mění podle typu mechanismu. Toto složení je pouze přibližné, přesné složení výrobce nezveřejnil. Prostředky RVS se nejčastěji přidávají do olejů a plastických maziv určených k mazání renovovaných míst. [9],[10]

### **3.2 Složení přípravku RVS**

#### **Šungit**

Šungit je nejstarším minerálem na planetě obsahující uhlík. Od diamantu a grafitu se šungit liší jen svojí strukturou. Jeho molekuly jsou strukturou podobné fotbalovému míči a nazývají se fullereny. Tento karelský šungit je uložen v nejstarších vrstvách zemské kůry, jejichž stáří je více než 2 miliardy let. Jeho kosmický původ je díky vysoké koncentraci fullerenů velice pravděpodobný, protože podobné mimozemské fullereny byly nalezeny také v meteoritech. Výroba umělých fullerenů je dnes omezena kvůli jejich vysoké ceně, a proto se využívají pouze v oblasti špičkových technologií kosmického výzkumu, medicíně a v počítačovém průmyslu. Nález přírodních fullerenů v karelském šungitu je objev století. Karelský šungit se nalézá na březích Oněžského jezera v Rusku. Je to jediné ložisko šungitu s obsahem fullerenů na Zemi. [11]

## **Serpentin**

Serpentinové minerály jsou křemičitany hořčíku, popřípadě hliníku či dalších prvků. Minerál serpentín se nejčastěji vyskytuje jako horninotvorný minerál serpentinitů neboli hadců, které vznikají hydrotermální přeměnou peridotitů neboli olivínovců. Serpentin tvoří v hadcích celistvé nebo vláknité neprůhledné, černé, zelené, žlutozelené, šedé až bílé agregáty. Minerál serpentín tvoří tři mírně odlišné formy: antigorit, lizardit a chrysotil. Chrysotil se obvykle vyskytuje v podobě vláknitých až plstnatých agregátů, tzv. chrysotilových asbestů. Vláknité chrysotily tvoří žilky pronikající serpentinitem, přičemž vlákna jsou orientována kolmo na plochy žíly. Chrysotilová vlákna jsou žárovzdorná a chemicky odolná. Byly z něj vyráběny ohnivzdorné nátěry, kyselinovzdorné trubky, nádoby a filtry, elektroizolátory, střešní krytiny, brzdové destičky apod. V posledních letech bylo používání asbestových vláken velmi silně omezeno, protože vdechování drobných jehliček chrysotilu způsobuje vážné onemocnění plic. Hlavními producenty asbestů jsou Rusko, Kanada, Čína, Brazílie, Zimbabwe a Kazachstán. [12]

## **Nefrit**

Nefrit je křemičitan vápníku, hořčíku a železa a je odrůdou aktinolitu ze skupiny amfibolů. Jeho barva je nejčastěji zelená v různých odstínech. Je tvořen jemnými vlákny až plstí, které jsou vzájemně propleteny. Tato stavba způsobuje jeho pevnost a houževnatost v tlaku, s níž předčí i nejlepší ocel. V pravěku se používal k výrobě seker. Dnes se používá k výrobě ozdobných předmětů. Naleziště nefritu je v Číně, Rusku, Novém Zélandu a Polsku. [13]

### **3.3 Mechanismus opotřebení**

Při velkém zvětšení funkčních dvojic můžeme vidět nerovnosti vzniklé při výrobě dané součásti nebo opotřebování provozem. Úkolem přítomného olejového filmu je oddělit od sebe dva povrchy funkčních dvojic a odvádět vznikající teplo. Toho však nelze dokonale docílit a tak se při vzájemném pohybu dostanou povrchy do kontaktu. Výstupky nerovnosti se vzájemně stěravají a při místním vzniku vysokých teplot se navzájem odírají nebo ulamují. Částičky úlomků jsou dále odnášeny olejem a zachyceny v olejovém filtru, nebo se usazují

v prohlubních nerovnosti povrchu. S rostoucím množstvím úlomků roste opotřebení funkční dvojice. [9],[10]

### **3.3.1 Druhy opotřebení**

#### ***Mechanické opotřebení***

*Otěr* – vzniká při vzájemném pohybu dvou součástí, které po sobě kloužou. Dochází při něm k postupnému obrušování povrchu součástí. Velikost otěru je závislá na rychlosti pohybu a silovém působení. Časté případy - opotřebení pístové skupiny, opotřebení kluzných ložisek, opotřebení vačky.

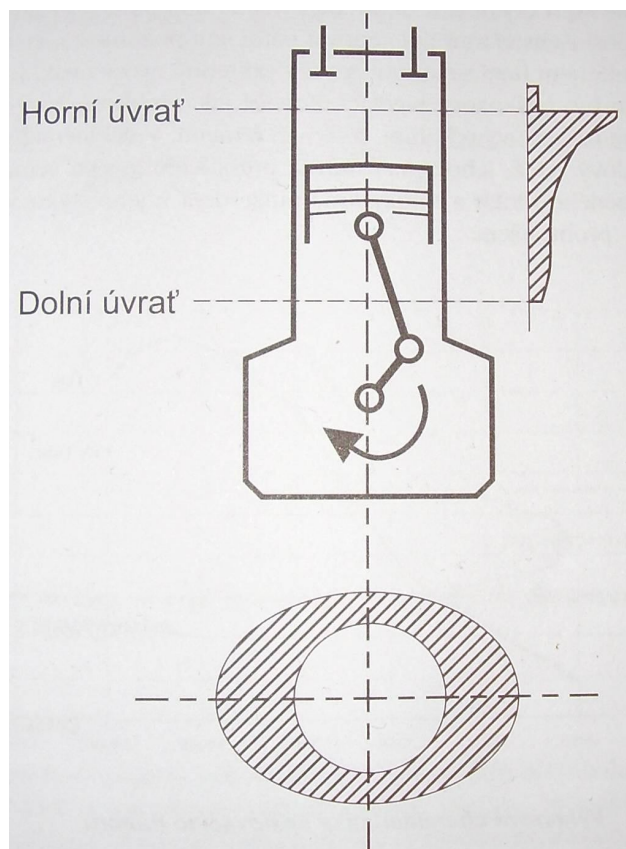
*Otlačení* – vzniká jen silovým působením mezi dvěma funkčními povrchy. Dochází při něm k poškození povrchové vrstvy, změně mechanických vlastností této vrstvy, vzniku vúlí, a tak i následného rázového namáhání. Funkční povrchy nejsou ve vzájemném pohybu, často dochází k odvalování jednoho povrchu po druhém. Časté případy - různé čepy, valivá ložiska, ozubené soukolí.

*Pitting* – opotřebení otlačením. Vznikne při velkém přetížení. Dojde při něm k rozsáhlému poškození povrchových vrstev. Vlivem pohybu vůči sobě navzájem, vzniká teplo a způsobuje mikroskopické svaření. Po následném oddálení součástí od sebe dojde k narušení povrchových vrstev a zhoršení kvality povrchu. Časté případy - u ozubených kol a valivých ložisek při jejich přetížení.

*Kavitace* – vzniká tam, kde dochází k velkým změnám v poměru tlaku při proudění kapalin. Místně tak téměř může vznikat vakuum, které obsahuje zbytky par kapaliny. Toto vakuum však rychle zmizí. Při jeho vzniku a zániku vznikají na povrchu součástí rázy tlaku, které spolu s chemickým působením (koroze) silně narušují povrch součástí. Časté případy - lopatky vodních čerpadel, hydraulické spojky a měniče. [14]

#### ***Opotřebení spalovacího motoru***

*Válec, vložka válce* – opotřebení je vyobrazeno na obrázku 1. V horní úvrati je opotřebení největší, směrem dolů se postupně snižuje. Je to způsobeno průběhem tlaků ve válci, rozložením teplot i působením spalin. Opotřebení v rovině kolmé k ose klikového hřídele bude vysoké a v rovině jdoucí s její osou bude menší. To je zapříčiněno setrvačnými silami ojníc, které musí píst zachytávat. [14]



Obrázek 1. Opotřebení pístového spalovacího motoru [14]

### **Chemické opotřebení**

*Koroze* – oxidace materiálu. Může vznikat pouze vlivem vnějšího prostředí (chemická) nebo vlivem elektrického pole (elektrochemická). Korozi rozdělujeme na povrchovou, důlkovou a mezikrystalovou.

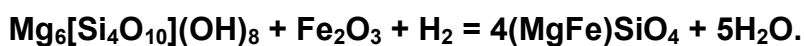
*Oxidace* – změna vlastností působením kyslíku. S korozí se setkáváme u pevných materiálů, vznikat však může i u kapalin, např. oxidace olejů, které působením kyslíku postupně přicházejí o své původní vlastnosti. [14]

### **Tepelné opotřebení**

Tepelné působení urychluje děje, které velkou měrou mění mechanické vlastnosti materiálů. Tepelné opotřebení vzniká jako následný stav poruchy, kdy vlivem nadměrného tepla dojde k přehřátí až k vyžhání, což má za následek změknutí povrchu materiálu. [14]

### 3.4 Mechanismus renovace technologií RVS

Emulze RVS obsahuje částice o velikosti asi 1 - 15 µm, které mají šupinatý tvar. Díky velikosti a tvaru částic vzniká v první fázi dokonalé vyčištění mikroreliefu povrchu od usazenin, zbytků maziv a dalších nečistot vzniklých provozem. Po provedení první fáze lze sledovat nárůst znečištění v oleji způsobený uvolněním usazenin z povrchu. Ve druhé fázi díky lokálním nárůstům teploty (900 - 1400 °C) dochází ke spuštění mikrometalurgické reakce. Vzniklé lokální teplo podporuje chemickou reakci - oxidaci hořčíku. Uvolněné křemičitanové skupiny zde potom reagují s atomy železa na povrchu. Dochází k tvorbě nové krystalové mřížky. Tato mřížka je geometricky větší než železný povrch, a proto se tyto krystaly nadzdvihnou nad opotřebovaný povrch a nahradí ho. Chemicky lze reakci popsat rovnicí:



Postupným nárůstem kovokeramické vrstvy dochází k výraznému snížení drsnosti, což má za následek postupné snížení tření a zmenšení opotřebení. Reakce, při níž vzniká kovokeramika, má samoregulační charakter. Při dorůstání kovokeramické vrstvy se vlivem snížení drsnosti plochy zmenšuje vývin tepla, tím dochází k postupnému zastavení mikrometalurgické reakce. Při docílení optimálního stavu se zastaví úplně. Nízký součinitel tření kovokeramické vrstvy je dán přítomností molekul vápníku nebo sloučenin na bázi vápníku. RVS je renovační systém, který vytváří kovokeramickou vrstvu na opotřebovaném povrchu. Obnovuje všechny mechanismy, kde na funkčních plochách vzniká dostatečně velké tření pro spuštění mikrometalurgické reakce. RVS s olejem chemicky nereaguje, ani nemění jeho viskozitu. [9],[10]

#### **Vlastnosti kovokeramické vrstvy**

Kovokeramická vrstva díky svým mechanicko-fyzikálním vlastnostem převyšuje původní materiál na kterém vzniká.

- Schopnost nárůstu kovokeramického povrchu od 0,002 do 1,5 mm
- Tvrdost – HRC = 63 - 70
- Koeficient tření 0,003
- Koeficient lineárního termického rozšíření stejný jako u oceli a litiny

- Teplota rozpadu 1575-1600°C
- Nekoroduje ani vlivem kyselin a hydroxidů
- Vysoká odolnost vůči kavitačním destrukcím - nerozštípává se při rázech - nárazová pevnost do 490,3 MPa
- Vysoký elektrický odpor  $10^6 \Omega \cdot m$  - nedochází k elektrokorozí [15]

### ***Výsledky použití RVS technologie ve spalovacím motoru***

Zlepšení parametru spalovacího motoru se začne projevovat až po ujetí několika stovek kilometrů, přičemž ukončení renovace nastává zhruba po dvou tisících kilometrech

- Obnovení geometrie všech opotřebovaných kovových povrchů
- Zvětšení a vyrovnaní komprese jednotlivých válců
- Snížení spotřeby pohonných hmot až o 20 %
- Snížení obsahu CO, CH, oxidu dusíku ve výfukových plynech
- Zvětšení výkonu až o 30%
- Prodloužení životnosti, snížení jeho spotřeby
- Zmenšení hladiny vibrace, hluku, teploty motoru
- Zaručená délka životnosti obnovených parametrů motoru - minimálně 50 000 km
- Další renovace se provádí po ujetí 100 000 km [15]



## **4 Měření provozních parametrů**

Měření provozních parametrů, které má přímý vliv na chování motoru, vyžaduje poměrně nákladné diagnostické zařízení. Vybavení, kterým disponuje VOŠ Zábřeh pro dané potřeby plně odpovídá. K ověření vlivu technologie RVS na motor jsem se rozhodl sledovat kompresní tlaky, výkon a emise výfukových plynů.

### **4.1 *Požadavky na motor***

Základní otázkou bylo rozhodnutí, zda použít zážehový nebo vznětový motor. Po konzultaci se zkušebním technikem, který bude provádět měření a vzhledem k vybavení zkušebny, jsem se rozhodl pro motor zážehový.

Pro aplikaci přípravků RVS je důležité, aby motor neměl žádné mechanické poškození, ani velké opotřebení. Dále by neměl vykazoval nadměrnou spotřebu oleje nebo úniky provozních kapalin. Uvedené skutečnosti mohou negativně ovlivnit průběh a výsledek renovace motoru.

Přípravky RVS nejsou vhodné pro motory s povrchy, které neobsahují železo, např. Nikasil, protože kovokeramika vzniká jen na povrchu, který obsahuje železo. Důležité je také zjistit, zda v motoru nebyly použity teflonové nebo molybdenové přísady. Pokud ano, je nutné provést proplach, který tyto přísady z motoru odstraní.

### **4.2 *Měřené parametry***

#### **4.2.1 *Měření kompresních tlaků***

Kompresní tlak je důležitou veličinou, která nám ukazuje celkové opotřebení motoru v oblasti válce a souvisejících skupin. Důležitá je nejenom velikost naměřených tlaků, ale i rozdíly mezi jednotlivými válci, které při rozdílu více než 10 %, signalizují vznik budoucí závady motoru. K měření komprese se použil měřič komprese z obrázku 2.



Obrázek 2. Měřič komprese (tlakoměr)

### ***Měření komprese - měřičem komprese (tlakoměr)***

- Zahřát motor na provozní teplotu a potom vypnout
- Motor nechat asi 15 minut vychladnout, aby se vyrovnaly teplotní gradienty v oblasti hlav
- Vyšroubovat zapalovací svíčky, odpojit zapalování a přívod paliva
- Odpojit filtr vzduchu, otevřít škrtkovací klapku naplno, připojit měřič komprese a startovat asi 5 sekund
- Měřič komprese připojit k dalšímu válci a měření opakovat
- Po ukončení měření vyděláme zapisovací štítek

### ***Kontrola těsnosti spalovacího prostoru***

- Zahřát motor na provozní teplotu a potom vypnout
- Motor nechat asi 15 minut vychladnout, aby se vyrovnaly teplotní gradienty v oblasti hlav
- Vyšroubovat zapalovací svíčky, odpojit zapalování a přívod paliva
- Našroubovat píšťalu a otáčet motorem. V okamžiku, kdy začne píšťala pískat, začíná kompresní zdvih. V momentu, kdy ustane pískání je píst v horní úvrati.
- Zajistit motor oproti pootočení zařazením rychlostního stupně
- Místo píšťaly připojit stlačený vzduch o tlaku 0,4 MPa
- Změřit tlak ve spalovacím prostoru. Při poklesu o více než 0,1 MPa zjistit místo úniku

- Poslechem v sání a ve výfuku zjistíme těsnost ventilu
- Poslechem v odvětrání zjistíme těsnost pístních kroužků ve válci

#### 4.2.2 *Měření výkonu motoru*

Výkon motoru je jedním ze základních udávaných parametrů. Důležitý je i průběh a výkon v závislosti na otáčkách. Ke zjištění existuje řada metod, které se mohou ve výsledcích měření značně rozcházet.

Výkon motoru jsem se rozhodl měřit pomocí válcové brzdy. Měření je operativní a nevyžaduje demontáž motoru z vozidla. Nevýhodou je, že měříme výkon na kolech a pomocí konstant vypočítáváme výkon motoru. Tato metoda je vhodná pro porovnávací zkoušky daného automobilu na stejném pracovišti.

K měření výkonu jsem použil válcovou brzdu Power Tester 2PT 220 (obrázek 3), která je určená pro měření osobních a malých užitkových automobilu s výkonem do 220 kW.



Obrázek 3. Měření výkonu na válcové brzdě

### ***Měření výkonu na válcové brzdě***

- Vozidlo umístit na válcovou brzdu a zabezpečit proti vyjetí
- Zkontrolovat tlak v pneumatikách
- Zahřát vozidlo na provozní teplotu
- Změřit převodový poměr rychlostního stupně, při kterém bude probíhat měření, a tento poměr zapsat do řídicího počítače. Dále musíme zapsat umístění motoru (podél, napříč) a pohonu. Tyto údaje jsou důležité pro stanovení konstant, pomocí kterých se přepočítá výkon z kol na výkon motoru
- Spustit měřicí program válcové brzdy, zařadit rychlostní stupeň a ustálit otáčky do změření výkonu. Otáčky postupně zvyšovat a měření opakovat, až dostaneme dostatečný počet bodů pro sestrojení výkonové křivky
- Po ukončení měření vytisknout průběh výkonu a kroutícího momentu

### ***4.2.3 Měření emisí výfukových plynů***

Měření emisí je jednou z nejlepších diagnostických metod. Měřením můžeme odhalit celou řadu vznikajících nebo už vzniklých závad. Jedná se například o funkci zapalování, vstřikování, lambda sondy a katalyzátoru. Navíc je možné zjistit netěsnosti ve výfukovém vedení, opotřebení motoru, netěsnosti sacích a výfukových ventilů, pronikání chladicí kapaliny do válců motoru a další. K měření emisí jsem použil analyzátor výfukových plynů Bosch FSA 560 (obrázek 4).





Obrázek 4. Analyzátor výfukových plynů Bosch FSA 560

***Tento analyzátor měří***

- Otáčky motoru za minutu při nichž probíhá měření emisí ( $\text{min}^{-1}$ )
- Teplotu motorového oleje při které probíhá měření emisí ( $^{\circ}\text{C}$ )
- CO - oxid uhelnatý, který vzniká při spalování směsi s nedostatkem kyslíku. Pro lidský organismus je jedovatý (objemová koncentrace v %)
- HC - nespálené uhlovodíky, vznikající v důsledku špatného spalování v motoru. Příčin může být mnoho, ale většinou se jedná o nesprávně seřízené nebo vynechávající zapalování (objemová koncentrace v ppm)
- CO<sub>2</sub> - oxid uhličitý, který vzniká jako produkt dokonalého spalování (objemová koncentrace v %)
- O<sub>2</sub> - kyslík, což je přebytečný kyslík, který v průběhu hoření směsi nebyl využit a slouží k určení směšovacího poměru lambda (objemová koncentrace v %)

- Lambda ( $\lambda$ ) - udává směšovací poměr vzduchu a paliva. Při  $\lambda = 1$  je směšovací poměr 14,7 kg vzduchu a 1 kg paliva. Tento poměr nazýváme stoichiometricky a znamená, že při hoření spotřebujeme veškerý vzduch a palivo. Při  $\lambda < 1$  je směs bohatá, to znamená více paliva než vzduchu a naopak

### ***Měření výfukových plynů***

- Zahřát motor a katalyzátor na provozní teplotu
- Připojit analyzátor k automobilu
- Spustit měřicí program
- Měření číslo 1 až 3 při volnoběžných otáčkách
- Měření číslo 4 při zhruba 3000 min<sup>-1</sup>
- Měření číslo 5 při zhruba 4000 min<sup>-1</sup>
- Měření číslo 6 při zhruba 5000 min<sup>-1</sup>
- Měření číslo 7 následuje ihned po měření číslo 6, při volnoběžných otáčkách a ustálení měřených hodnot
- Po ukončení měření vytisknout výsledek

## **4.3 Výběr automobilu**

**4.12. 2008**

Automobil Škoda 120 L, vyroben 1984, stav počítadla 232 106 km, provozován často na krátké vzdálenosti.

### ***Technické údaje motoru***

- Zážehový, čtyřdobý, kapalinou chlazený, ventilový rozvod OHV, dva ventily na válec
- Řadový čtyřválec, umístěn podél za zadní nápravou
- Vrtání 72 mm, zdvih 72 mm, zdvihový objem 1 174 cm<sup>3</sup>, komprese 8,5
- Spádový, dvoustupňový karburátor
- Zapalování bateriové s rozdělovačem
- Zapalovací svíčky Brisk Super N15YC
- Maximální výkon 36,7 kW při 5000 min<sup>-1</sup>

- Maximální točivý moment 82 Nm při 3000 min<sup>-1</sup>
- Motorový olej Hekra M7ADSIII+, 15W - 40, objem olejové náplně 4 litry
- Průměrná spotřeba podle majitele 8 litrů Speciálu 91 na 100 km [16]

Po příjezdu na VOŠ Zábřeh provedeno seřízení ventilové vůle. Nastartování motoru a zahřátí na provozní teplotu. Vypnutí motoru a měření komprese pomocí měřiče komprese.

Tabulka 1. Výsledky měření komprese Škoda 120 L

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (bar)	9,5	9,2	9,0	9,5

Po převedení na základní jednotky:

Tabulka 2. Výsledky měření komprese Škoda 120 L

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	0,95	0,92	0,90	0,95

Při měření komprese tlakem vzduchu zjištěna netěsnost sacího ventilu na třetím válci. Motor nevhodný pro aplikaci RVS.

## 10.12. 2008

Automobil Škoda 130 L, vyroben 1987, stav počítadla 134 501 km, v roce 1997 provedena zástavba na provoz LPG.

### **Technické údaje motoru**

- Zážehový, čtyřdobý, kapalinou chlazený, ventilový rozvod OHV, dva ventily na válec
- Řadový čtyřválec, umístěn podél, za zadní nápravou
- Vrtání 75,5 mm, zdvih 72 mm, zdvihový objem 1 289 cm<sup>3</sup>, komprese 9,7
- Spádový, dvoustupňový karburátor
- Zapalování bateriové s rozdělovačem
- Zapalovací svíčky Brisk Super N14YC
- Maximální výkon 43 kW při 5000 min<sup>-1</sup>
- Maximální točivý moment 97 Nm při 2850 min<sup>-1</sup>
- Motorový olej Hekra M7ADSIII+, 15W - 40, objem olejové náplně 4 litry

- Průměrná spotřeba podle majitele 7,5 litrů Speciálu nebo 9 litrů LPG na 100 km [16]

Po příjezdu na VOŠ Zábřeh provedeno seřízení ventilové vůle. Nastartování motoru a zahřátí na provozní teplotu. Vypnutí motoru a měření komprese pomocí měřiče komprese.

Tabulka 3. Výsledky měření komprese Škoda 130 L

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (bar)	9,3	10,5	7,0	11,8

Po převedení na základní jednotky:

Tabulka 4. Výsledky měření komprese Škoda 130 L

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	0,93	1,05	0,7	1,18

Při měření komprese tlakem vzduchu, zjištěna netěsnost výfukového ventilu na třetím válci. Motor nevhodný pro aplikaci RVS.

## 11.12. 2008

Automobil Fiat Brava SX 1.4 12V, vyroben 1996, stav počítadla 97 886 km, od května 2008 neprovozován.

### **Technické údaje motoru**

- Zážehový, čtyřdobý, kapalinou chlazený, ventilový rozvod OHC, dva sací a jeden výfukový ventil na válec, hydraulické vymezování vůle
- Řadový čtyřválec, umístěn napříč před přední nápravou
- Vrtání 82 mm, zdvih 64,9 mm, zdvihový objem 1 370 cm<sup>3</sup>, komprese 9,5
- Jednobodové vstřikování Bosch Mono - Motronic
- Zapalování statické s řídicí jednotkou Bosch Mono - Motronic
- Zapalovací svíčky Bosch Super R6 969
- Katalyzátor řízený lambda sondou
- Maximální výkon 59 kW při 6000 min<sup>-1</sup>
- Maximální točivý moment 112 Nm při 2750 min<sup>-1</sup>



- Motorový olej Gold Selenia 10W-40, objem olejové náplně 4 litry
- Průměrná spotřeba podle majitelky 7,5 – 8 litrů Naturalu 95 na 100 km [17]

Po příjezdu na VOŠ Zábřeh provedeno vypnutí motoru a změření komprese pomocí měřiče komprese.

Tabulka 5. Výsledky měření komprese Fiat Brava 1.4 12V

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (bar)	12,0	11,5	13,0	12,3

Po převedení na základní jednotky:

Tabulka 6. Výsledky měření komprese Fiat Brava 1.4 12V

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	1,20	1,15	1,30	1,23

Kontrola těsnosti spalovacího prostoru.

Tabulka 7. Výsledky měření těsnosti Fiat Brava 1.4 12V

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	0,345	0,340	0,370	0,350

Netěsnost nezjištěna. Motor vhodný pro aplikaci RVS.

#### 4.4 Výběr přípravků RVS

Výběr přípravku je závislý na typu motoru, velikosti opotřebení a objemu olejové náplně. Pro motor automobilu Fiat Brava 1.4 12V, jsem vybral přípravek *RVS MOTOR FLUSH* (obrázek 5), který je určen k odstranění karbonových úsad v motoru. Přidává se do stávající olejové náplně. Balení je určeno pro motor s objemem motorového oleje do pěti litrů. Cena přípravku je 490 Kč.



Obrázek 5. Přípravek RVS MOTOR FLUSH

### ***Návod k aplikaci***

- Motor zahřát na provozní teplotu, vypnout a odšroubovat zátku na dolévání motorového oleje
- Protřepat přípravek RVS až do vytvoření stejnorodé směsi a nalít do motorového oleje
- Zašroubovat zátku a nastartovat motor, se kterým ujed 50 km nebo nechat běžet na volnoběh jednu hodinu
- Po ujetí 50 až 500 km provést výměnu motorového oleje a filtru za nový

Dalším vybraným přípravkem je *RVS Ga 4* (obrázek 6). Slouží k renovaci čtyřtákních zážehových motorů s objemem motorového oleje do čtyř litrů. Z důvodu opotřebení motoru budou použity dvě balení (sada). První balení se použije po výměně olejové náplně a druhé po ujetí 300 km. Cena dvou balení přípravku je 3 868 Kč.



Obrázek 6. Přípravek RVS Ga 4

### ***Návod k aplikaci***

#### *První dávka*

- Motor zahřát na provozní teplotu, vypnout a odšroubovat zátku na dolévání motorového oleje
- Protřepat přípravek RVS, až do vytvoření stejnorodé směsi a nalít do motorového oleje
- Zašroubovat zátku a nastartovat motor, který nechat běžet 15 minut na volnoběh
- Motor vypnout na 1 minutu, znovu nastartovat a první hodinu provozu se vyhýbat vysoké zátěži

#### *Druhá dávka*

Druhá dávka se přidá do motorového oleje po ujetí 300 km od první dávky. Postup při aplikaci je totožný s předcházejícím postupem.

## 4.5 Metodika plánu zkoušek

Plán zkoušek jsem navrhl tak, aby sledoval vliv na parametry motoru v průběhu renovace technologií RVS.

- Měření parametrů motoru před použitím přípravku RVS  
Měření komprese - měřičem komprese (tlakoměr)  
Kontrola komprese - tlakem vzduchu  
Měření výkonu na válcové brzdě  
Měření emisí pomocí analyzátoru výfukových plynů
- Aplikace přípravku *RVS MOTOR FLUSH* k proplachu motoru
- Po ujetí vzdálenosti 200 až 300 km – měření komprese a emisí
- Po ujetí vzdálenosti 300 maximálně 500 km – výměna oleje v motoru, měření komprese, výkonu a emisí
- Aplikace první dávky renovačního přípravku *RVS Ga 4* pro benzínové motory
- Po ujetí vzdálenosti 300 až 350 km – měření komprese a emisí
- Aplikace druhé dávky renovačního přípravku *RVS Ga 4* pro benzínové motory
- Po ujetí vzdálenosti 600 až 700 km – měření komprese a emisí
- Po ujetí vzdálenosti 1100 až 1400 km – měření komprese, výkonu a emisí
- Po ujetí vzdálenosti 2000 km a více – měření komprese, výkonu a emisí
- Závěrečné porovnání parametrů motoru před a po použití přípravku RVS a vyhodnocení

## 4.6 Příprava měření

Po výběru automobilu vhodného k použití technologie RVS přišla na řadu důkladná kontrola motoru a jeho seřízení podle údajů výrobce. Tyto úkony jsou důležité pro přesnost měření, jinak může dojít k naměření zkreslujících údajů.

- Kontrola úniku provozních kapalin – zjištěna netěsnost pod ventilovým víkem, těsnění vyměněno
- Kontrola rozvodového řemene, rozvodový řemen dosud neměněn, stáří 12 let, vyměněn spolu s vodní pumpou a napínací kladkou
- Kontrola pohonu alternátoru a čerpadla řízení – v pořádku

- Kontrola provozních náplní (motorový olej, chladicí kapalina, hydraulický olej) – v pořádku
- Kontrola vzduchového filtru – vyčištěn tlakovým vzduchem
- Kontrola čistoty chladiče vody – v pořádku
- Kontrola zapalovací soustavy a elektrického vedení – v pořádku
- Kontrola těsnosti výfukového potrubí – v pořádku

Motor je připraven k měření výkonu a emisí výfukových plynů.

## **4.7 Průběh měření**

**11.12. 2008**

Do měření se zahrnují výsledky získané při výběru automobilu. Opravy provedené po kontrole motoru nemají žádný vliv na naměřené hodnoty.

Stav počítadla 97 905 km

### **Měření komprese**

Tabulka 6. Výsledky měření komprese Fiat Brava 1.4 12V

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	1,20	1,15	1,30	1,23

U naměřených hodnot mezi jednotlivými válci se připouští 10 % rozdíl, který znamená ještě rovnoměrné opotřebení motoru. Při větším rozdílu upozorňuje na vznikající závadu. Tlak mezi druhým a třetím válcem vykazuje rozdíl 11,5 %.

**19.12. 2008**

Stav počítadla 97 958 km

### ***Měření výkonu a točivého momentu***

Tabulka 8. Výsledky měření výkonu a točivého momentu 19.12

Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	1977	<b>2605</b>	3186	3766	4362	4893	<b>5438</b>	5874
Výkon motoru (kW)	19,42	29,24	34,46	39,76	46,10	47,34	<b>48,18</b>	43,12
Točivý moment (Nm)	93,83	<b>107,20</b>	103,29	100,84	100,93	92,40	84,61	70,11

Maximální naměřený výkon 48,18 kW při 5438  $\text{min}^{-1}$ . Maximální naměřený točivý moment 107,20 Nm při 2605  $\text{min}^{-1}$ .

### ***Měření emisí výfukových plynů***

Tabulka 9. Výsledky měření emisí výfukových plynů 19.12

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7
Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	860	860	870	2900	4060	5380	860
Teplota oleje ( $^{\circ}\text{C}$ )	81,3	81,9	82,2	88,1	90,1	92,9	92,7
CO (%)	0,005	0,005	0,004	0,013	0,073	0,126	0,199
HC (ppm)	35	32	47	31	17	13	38
CO <sub>2</sub> (%)	15,94	15,91	15,96	15,76	15,92	15,91	15,95
O <sub>2</sub> (%)	0,14	0,08	0,03	0,06	0,03	0,01	0,01
Lambda	1,004	1,002	0,999	1,001	0,999	0,997	0,993

Tabulka 10. Hodnoty výfukových emisí povolené výrobcem pro Fiat Brava 1.4 12V [17]

Volnoběžné otáčky	850 + 50 $\text{min}^{-1}$
Teplota motorového oleje při měření CO	60 $^{\circ}\text{C}$
Obsah CO při volnoběhu	0,35 % Max
Uhlovodíky při volnoběhu	90 ppm
Hodnota CO <sub>2</sub> při volnoběhu	14,5 – 16 %
Zvýšené volnoběžné otáčky	2500 - 2900 $\text{min}^{-1}$
Obsah CO při zvýšeném volnoběhu	0,3 %
Hodnota lambda při zvýšeném volnoběhu	0,98 - 1,02

Naměřené hodnoty výfukových plynů jsou v toleranci udávané výrobcem.

Po ukončení měření emisí byl přípravek *RVS MOTOR FLUSH* přidán do stávající olejové náplně, podle návodu. Stav počítadla 97 962 km.

## 7.1. 2009

Stav počítadla 98 224 km

S přípravkem *RVS MOTOR FLUSH* ujetu 262 km

### Měření komprese

Tabulka 11. Výsledky měření komprese 7.1

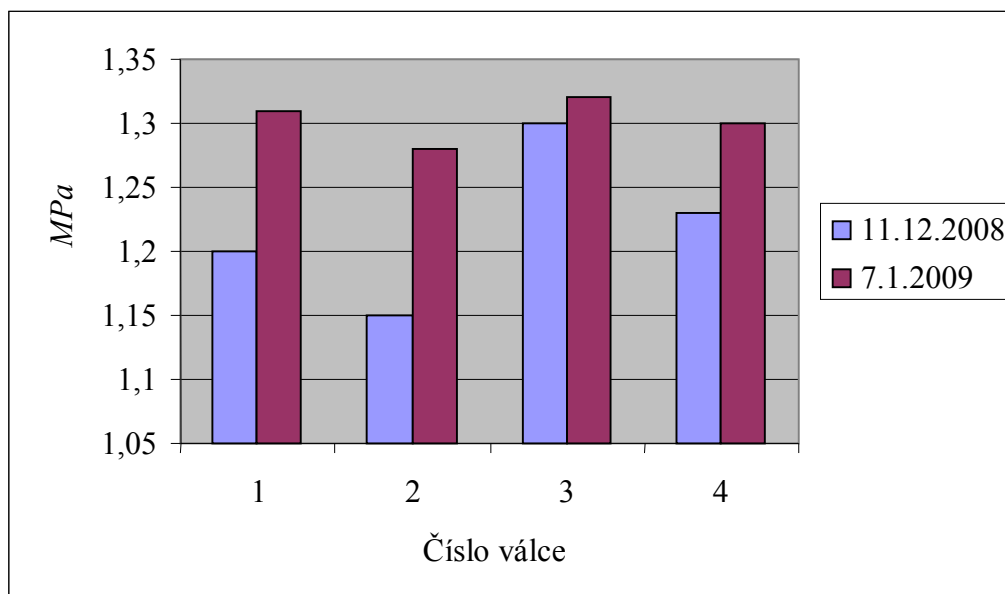
Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (bar)	13,1	12,8	13,2	13,0

Po přepočítání na základní jednotky:

Tabulka 12. Výsledky měření komprese 7.1

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	1,31	1,28	1,32	1,30

Na grafu 1 je vidět nárůst a vyrovnaní tlaku mezi jednotlivými válci. Nerovnoměrnost tlaku při prvním měření byla způsobena karbonem, který se usazoval v pístních drážkách a znemožňoval pohyb pístním kroužkům při utěsňování spalovacího prostoru. Po použití přípravku *RVS MOTOR FLUSH* začalo docházet k rozpouštění karbonových usazenin v pístních drážkách. Usazeniny jsou odplavovány motorovým olejem. Pístní kroužky se začínají znovu volně pohybovat v pístních drážkách a následně utěsňovat spalovací prostor.



Graf 1. Porovnání naměřených hodnot tlaku komprese

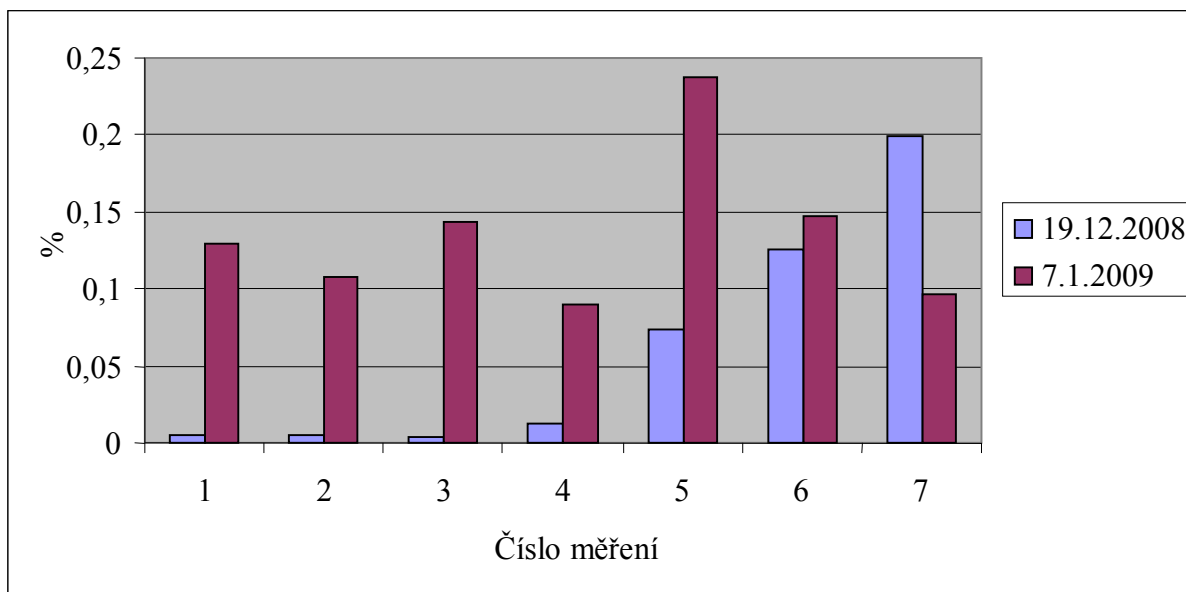
### ***Měření emisí výfukových plynů***

Tabulka 13. Naměřené hodnoty emisí výfukových plynů 7.1

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7
Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	860	860	870	2910	4000	4890	870
Teplota oleje ( $^{\circ}\text{C}$ )	81,3	81,9	82,2	88,1	90,1	92,9	92,7
CO (%)	0,129	0,108	0,144	0,090	0,237	0,147	0,097
HC (ppm)	<b>174</b>	<b>143</b>	<b>144</b>	70	51	48	47
CO <sub>2</sub> (%)	15,95	16,01	16	16,2	16,22	16,27	15,83
O <sub>2</sub> (%)	0,23	0,17	0,16	0,11	0,06	0,02	0,15
Lambda	0,998	0,998	0,996	0,999	0,994	0,995	1,002

Na grafu 2 je vidět nárůst produkce CO, až na měření číslo 7. Hodnoty HC, tedy nespálených uhlovodíků, překračují povolené limity udávané výrobcem. Původcem těchto změn je přípravek *RVS MOTOR FLUSH*. Přípravek RVS rozpouští karbon v motoru a ten je odplavován motorovým olejem. Zhoršená kvalita motorového oleje má pak negativní vliv na produkci emisí.





Graf 2. Porovnání naměřených hodnot CO

#### 14.1. 2009

Stav počítadla 98 282 km

S přípravkem *RVS MOTOR FLUSH* ujeto 320 km

#### **Provedena výměna**

- Zapalovacích svíček Bosch za NGK
- Motorového oleje a filtru
- Vzduchového filtru

#### 21.1. 2009

Stav počítadla 98 303km

## Měření komprese

Tabulka 14. Výsledky měření komprese 21.1

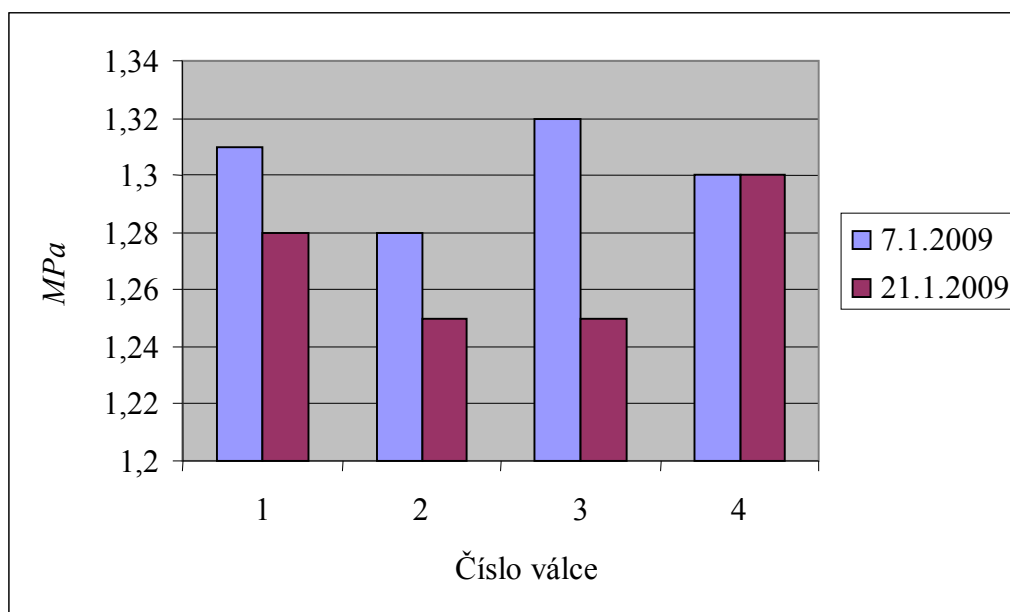
Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (bar)	12,8	12,5	12,5	13,0

Po přepočítání na základní jednotky:

Tabulka 15. Výsledky měření komprese 21.1

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	1,28	1,25	1,25	1,30

Na grafu 3 je vidět, že došlo k poklesu kompresního tlaku. K poklesu došlo výměnou motorového oleje. Použitím přípravku *RVS MOTOR FLUSH* došlo k uvolňování karbonových úsad, které pak při odplavení znečistily motorový olej. Následkem znečištění stoupla hustota oleje, která napomáhala lepšímu utěsnění spalovacího prostoru.



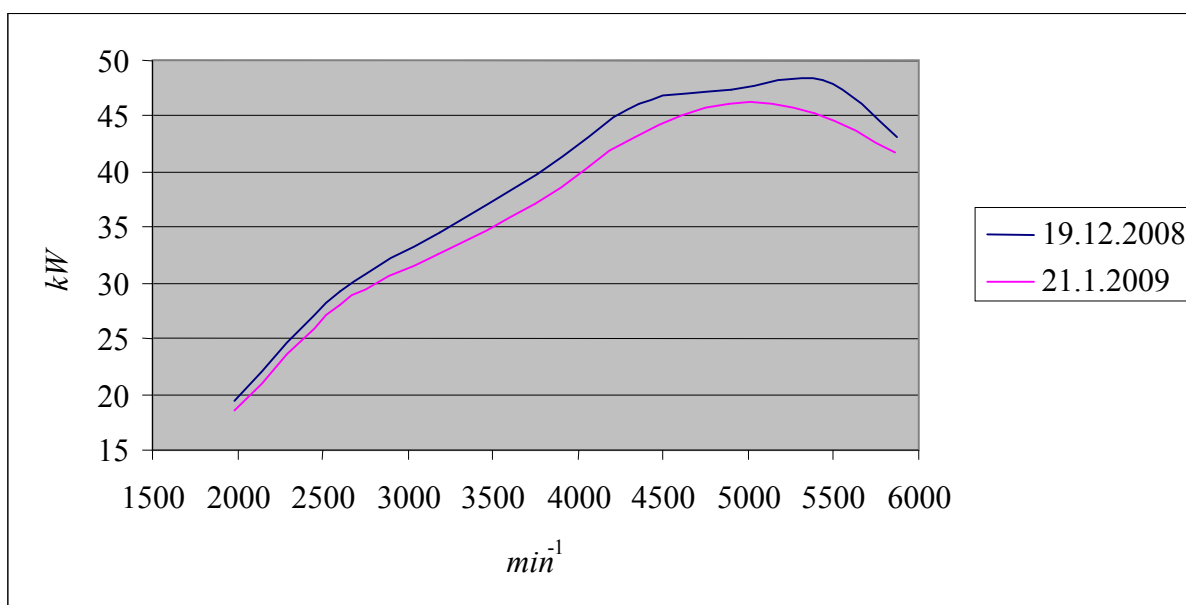
Graf 3. Porovnání naměřených hodnot tlaku komprese

## Měření výkonu a točivého momentu

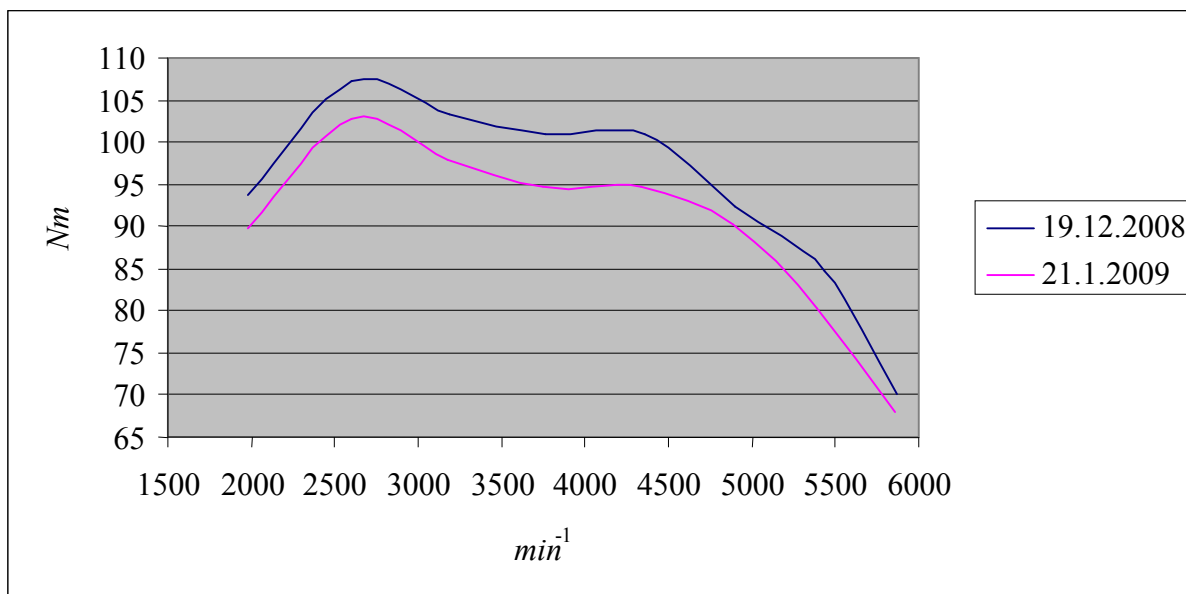
Tabulka 16. Výsledky měření výkonu a točivého momentu 21.1

Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	1977	<b>2604</b>	3177	3753	4339	<b>4889</b>	5396	5862
Výkon motoru (kW)	18,59	28,06	32,59	37,24	43,06	<b>46,17</b>	45,32	41,76
Točivý moment (Nm)	89,79	<b>102,92</b>	97,96	94,75	94,77	90,19	80,22	68,02

Při porovnání výkonu i točivého momentu je vidět na grafu 4 a 5 pokles naměřených hodnot. Ke zhoršení parametrů došlo vyčištěním motoru přípravkem *RVS MOTOR FLUSH*. Následkem je pak zlepšení komprese uvolněním pístních kroužků, ale i zvětšení tření a vůlí na místech, kde byl usazen karbon. Výsledkem je pak zvýšení pasivního odporu motoru, který se podílí na snížení výkonu a točivého momentu o 4 %.



Graf 4. Porovnání naměřených hodnot výkonu



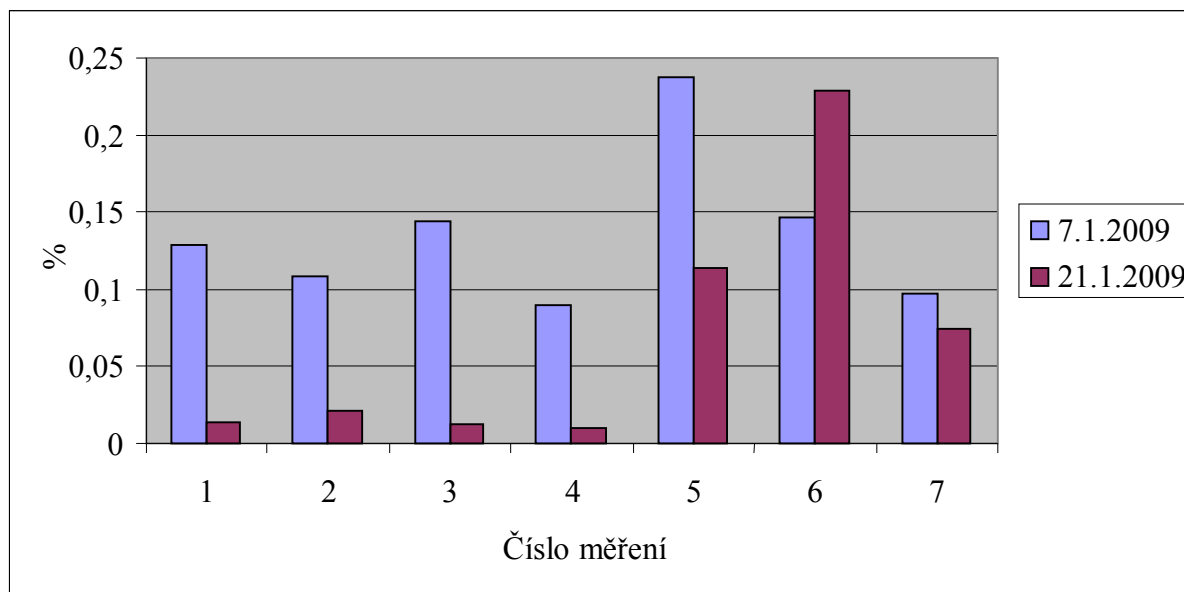
Graf 5. Porovnání naměřených hodnot točivého momentu

### **Měření emisí výfukových plynů**

Tabulka 17. Naměřené hodnoty emisí výfukových plynů 21.1

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7
Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	870	880	870	2880	3990	4980	870
Teplota oleje ( $^{\circ}\text{C}$ )	100,9	100,9	100,7	100,0	100,0	101,1	100,7
CO (%)	0,014	0,021	0,012	0,010	0,114	0,228	0,075
HC (ppm)	55	62	56	16	8	6	5
CO <sub>2</sub> (%)	15,99	16,00	15,99	15,97	15,93	15,87	15,85
O <sub>2</sub> (%)	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,05
Lambda	0,998	0,997	0,998	1,000	0,997	0,994	1,000

Při porovnání naměřených hodnot CO na grafu 6, vidíme snížení po výměně motorového oleje.



Graf 6. Porovnání naměřených hodnot CO

Po ukončení měření emisí bylo použito první balení přípravku RVS Ga 4 do stávající olejové náplně, podle návodu. Stav počítadla 98 309 km.

## 27.1. 2009

Stav počítadla 98 625 km

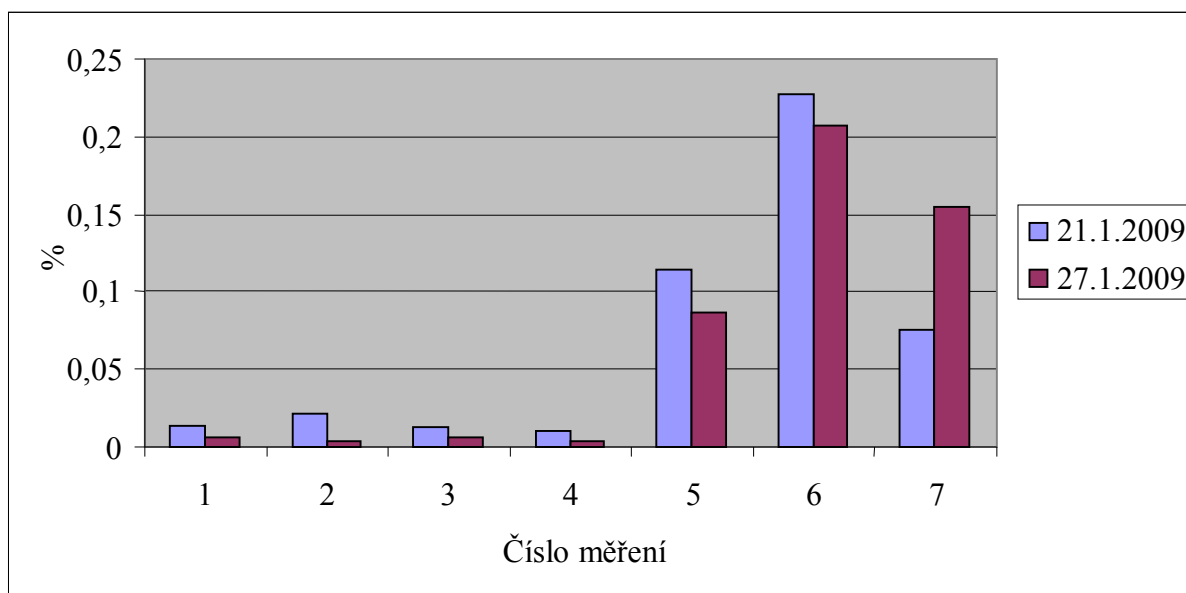
S přípravkem *RVS Ga 4* ujetu 315,5 km

### Měření emisí výfukových plynů

Tabulka 18. Naměřené hodnoty emisí výfukových plynů 27.1

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7
Otáčky motoru (min <sup>-1</sup> )	880	900	870	3080	4000	5050	850
Teplota oleje (°C)	92,5	93,0	93,4	95,8	97,6	99,4	99,6
CO (%)	0,006	0,004	0,006	0,004	0,087	0,207	0,155
HC (ppm)	69	63	51	33	33	32	30
CO <sub>2</sub> (%)	15,84	15,73	15,87	15,85	15,91	15,83	15,89
O <sub>2</sub> (%)	0,21	0,17	0,09	0,07	0,07	0,05	0,05
Lambda	1,006	1,004	1,001	1,001	0,999	0,995	0,997

Při porovnání naměřených hodnot vidíme na grafu 7 jen zanedbatelné zlepšení a v případě měření číslo 7 nárůst CO. Zvýšení CO v měření číslo 7 a zvýšení HC v měření číslo 4 až 7 nastalo vlivem působení přípravku *RVS Ga 4*. Přípravek RVS po aplikaci provede nejdříve důkladné dočištění povrchu. Při tomto dočištění se nepatrně zhoršila kvalita oleje, která způsobila zhoršení naměřených parametrů. Po dočištění začne na povrchu funkčních dvojic vznikat kovokeramický povrch.



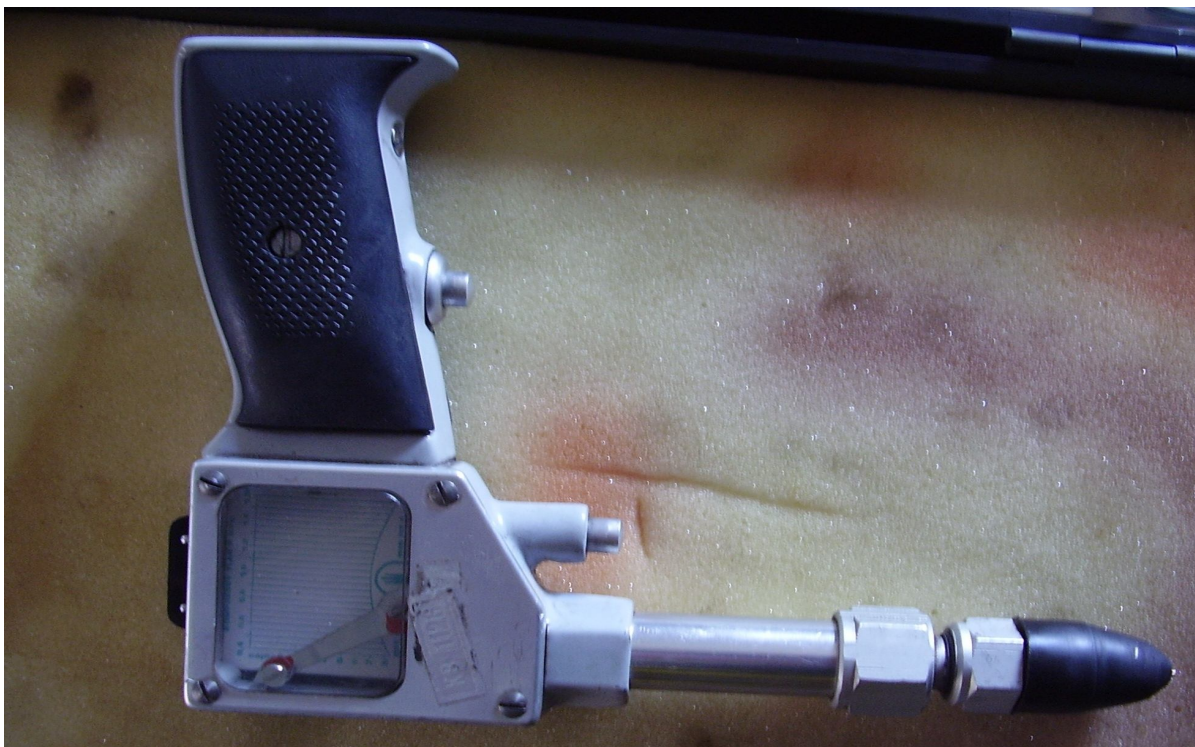
Graf 7. Porovnání naměřených hodnot CO

Stav počítadla 98 629 km

S přípravkem *RVS Ga 4* najeto 319,5 km

### **Měření komprese**

Měřič komprese, kterým byla provedena všechna předchozí měření, byl poškozen. Pro další měření byl použit jiný měřič komprese (obrázek 14), který měří v základních jednotkách a není tedy nutný přepočet na základní jednotky.

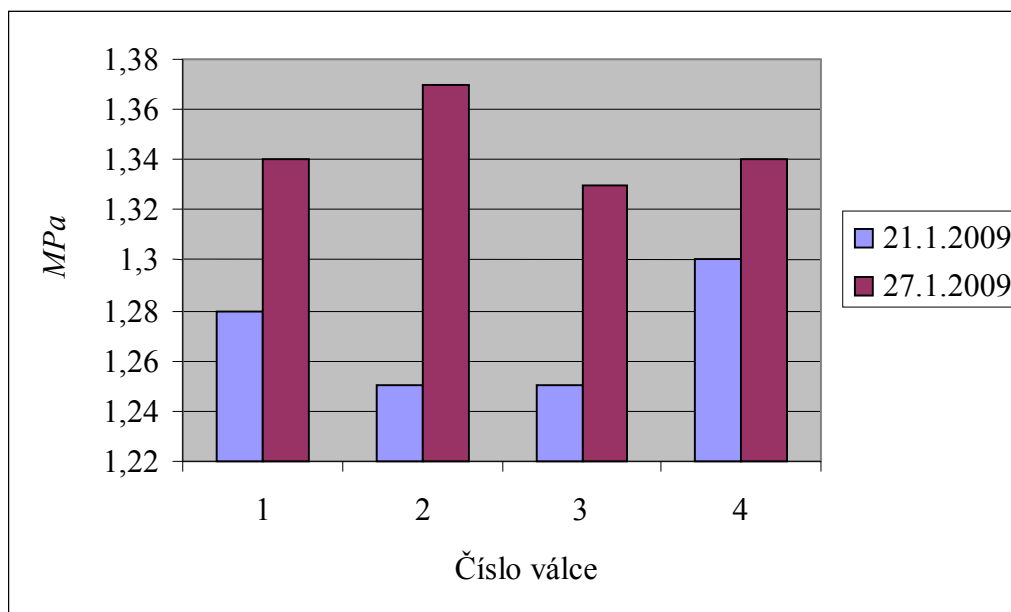


Obrázek 14. Měřič komprese (tlakoměr)

Tabulka 19. Výsledky měření komprese 27.1

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	1,34	1,37	1,33	1,34

Při porovnání kompresních tlaků je vidět na grafu 8 nárůst u všech válců. Na povrchu válců začíná vznikat kovokeramický povrch, který snižuje provozní vůle ve válcích, jejichž následkem je zvýšení kompresního tlaku.



Graf 8. Porovnání naměřených hodnot tlaku komprese

Po ukončení měření komprese bylo použito druhé balení přípravku *RVS Ga 4* do stávající olejové náplně dle návodu. Stav počítadla 98 629 km.

## 28.1. 2009

Stav počítadla 98 934 km

S přípravkem *RVS Ga 4* najeto 624,8 km

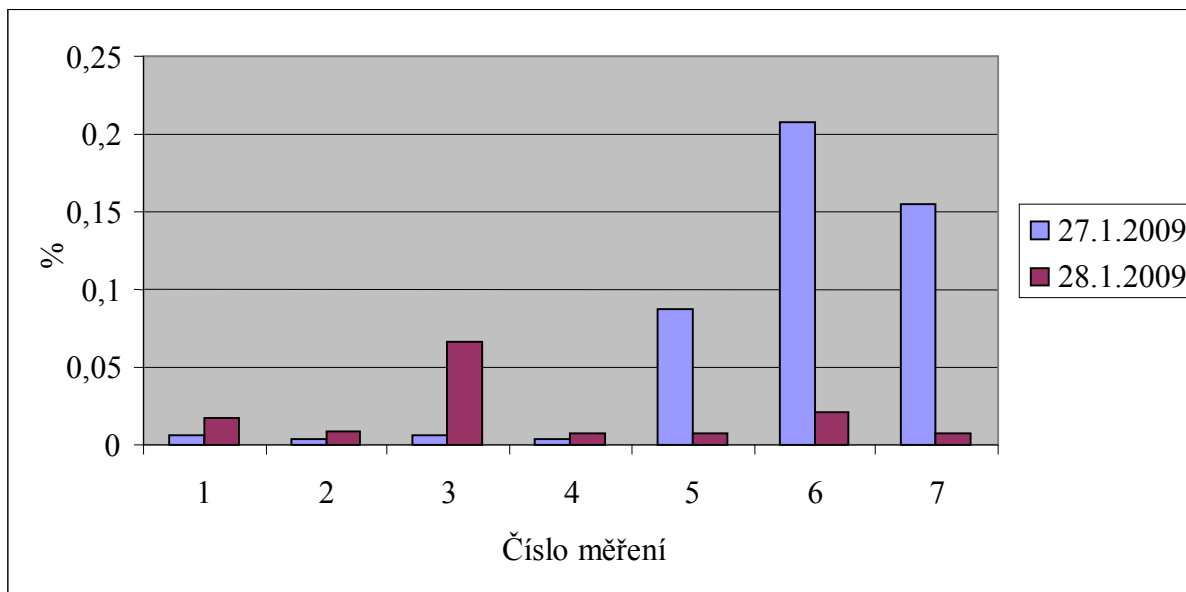
### **Měření emisí výfukových plynů**

Tabulka 20. Naměřené hodnoty emisí výfukových plynů 28.1

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7
Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	870	860	850	3050	3940	4910	850
Teplota oleje ( $^{\circ}\text{C}$ )	93,9	93,9	94,7	95,8	97,6	100,5	101,1
CO (%)	0,017	0,009	0,066	0,008	0,008	0,021	0,007
HC (ppm)	44	39	53	25	19	14	13
CO <sub>2</sub> (%)	16,05	16,04	16,00	16,07	16,17	16,15	16,21
O <sub>2</sub> (%)	0,06	0,07	0,07	0,03	0,03	0,01	0,05
Lambda	1,000	1,001	0,998	1,000	1,000	0,999	1,001



Při porovnání naměřených hodnot vidíme na grafu 9 malé snížení produkce CO v měření číslo 1 až 6, které však závisí na směšovací poměru lambda. Drobné zlepšení je i u HC. U měření číslo 7 nastal výrazný pokles způsobený vznikem kovokeramického povrchu. Zvýšila se produkce CO<sub>2</sub>, která je na hranici horního limitu udávané výrobcem.



Graf 9. Porovnání naměřených hodnot CO

## 29.1. 2009

Stav počítadla 98 984 km

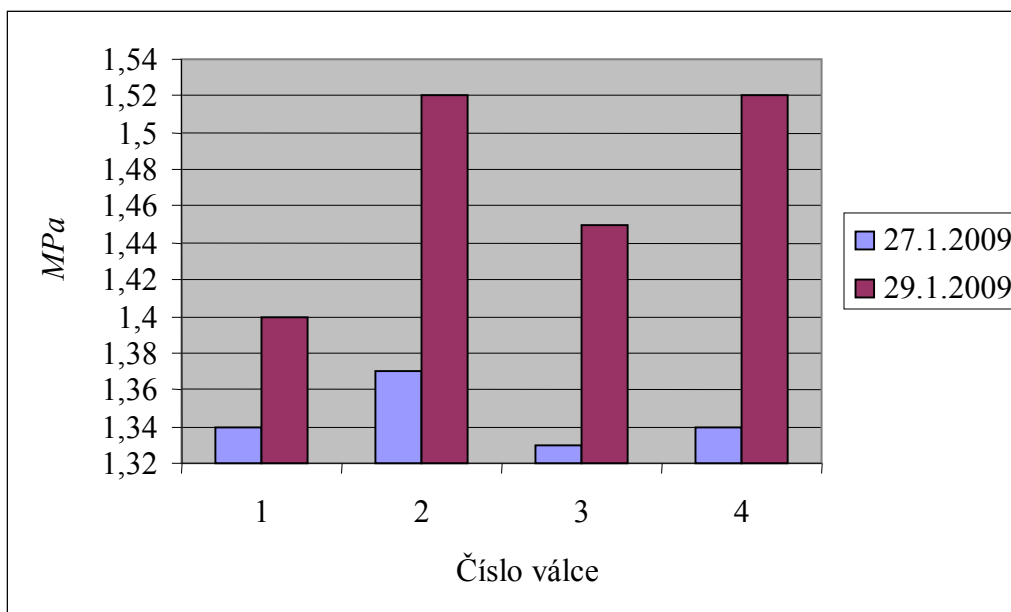
S přípravkem *RVS Ga 4* najeto 675,3 km

### Měření komprese

Tabulka 21. Výsledky měření komprese 29.1

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	1,4	1,52	1,45	1,52

Při porovnání kompresních tlaků je vidět na grafu 10 další nárůst způsobený dorůstáním kovokeramického povrchu.



Graf 10. Porovnání naměřených hodnot tlaku komprese

## 2.2. 2009

Stav počítadla 99 468 km

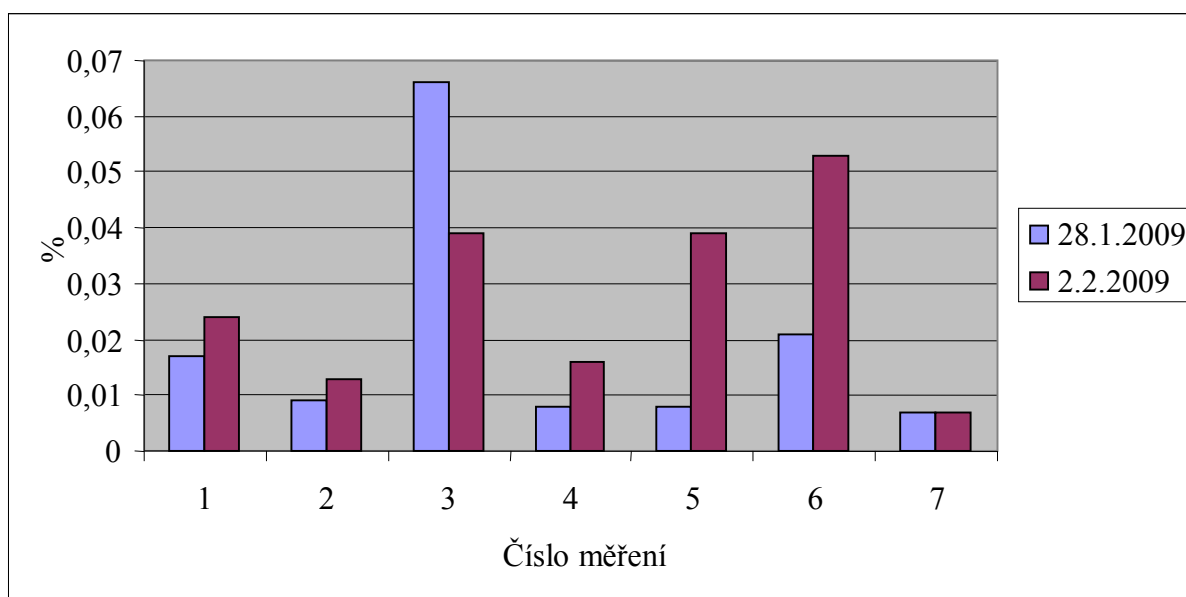
S přípravkem *RVS Ga 4* najeto 1 158,9 km

### ***Měření emisí výfukových plynů***

Tabulka 22. Naměřené hodnoty emisí výfukových plynů 2.2

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7
Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	870	860	850	3040	3970	4850	880
Teplota oleje ( $^{\circ}\text{C}$ )	95,4	95,4	95,6	96,7	98,2	102,5	102,7
CO (%)	0,024	0,013	0,039	0,016	0,039	0,053	0,007
HC (ppm)	78	66	68	33	21	13	10
CO <sub>2</sub> (%)	15,86	15,84	15,77	15,88	15,91	15,92	15,90
O <sub>2</sub> (%)	0,08	0,08	0,14	0,03	0,01	0,00	0,11
Lambda	0,999	1,000	1,002	0,999	0,998	0,998	1,004

Hodnoty CO na grafu 11 zůstávají přibližně na stejné úrovni.



Graf 11. Porovnání naměřených hodnot CO

### 3.2. 2009

Stav počítadla 99 513 km

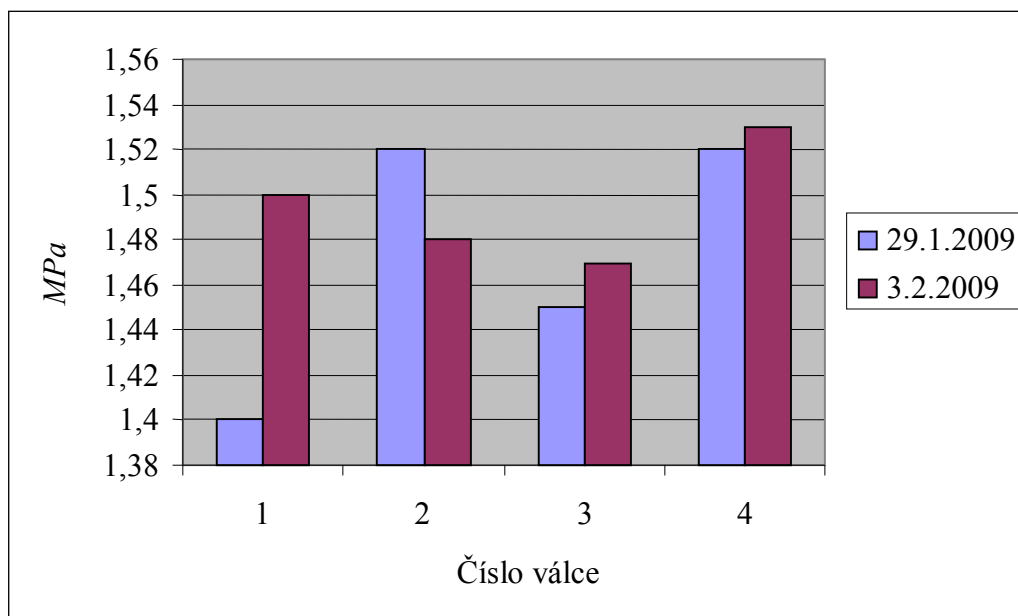
S přípravkem *RVS Ga 4* najeto 1 203,6 km

### ***Měření komprese***

Tabulka 23. Výsledky měření komprese Fiat Brava 3.2

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	1,5	1,48	1,47	1,53

Při porovnání pozorujeme na grafu 12 další růst kompresních tlaků způsobený růstem kovokeramického povrchu, který zmenšuje provozní vůle. U válce číslo 2 nastal mírný pokles, způsobený ukončením a postupným vyhlazováním kovokeramického povrchu. Při vyhlazování dochází k postupnému snižování koeficientu tření.



Graf 12. Porovnání naměřených hodnot tlaku komprese

## 5. 2. 2009

Stav počítadla 99 643 km

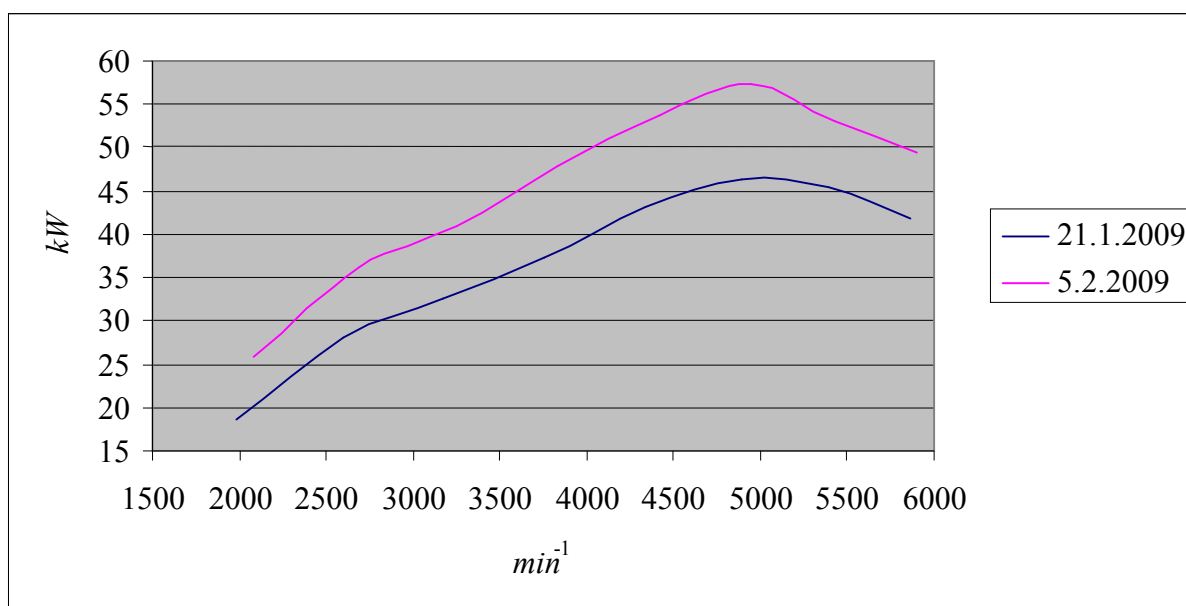
S přípravkem *RVS Ga 4* najeto 1 333,4 km

### ***Měření výkonu a točivého momentu***

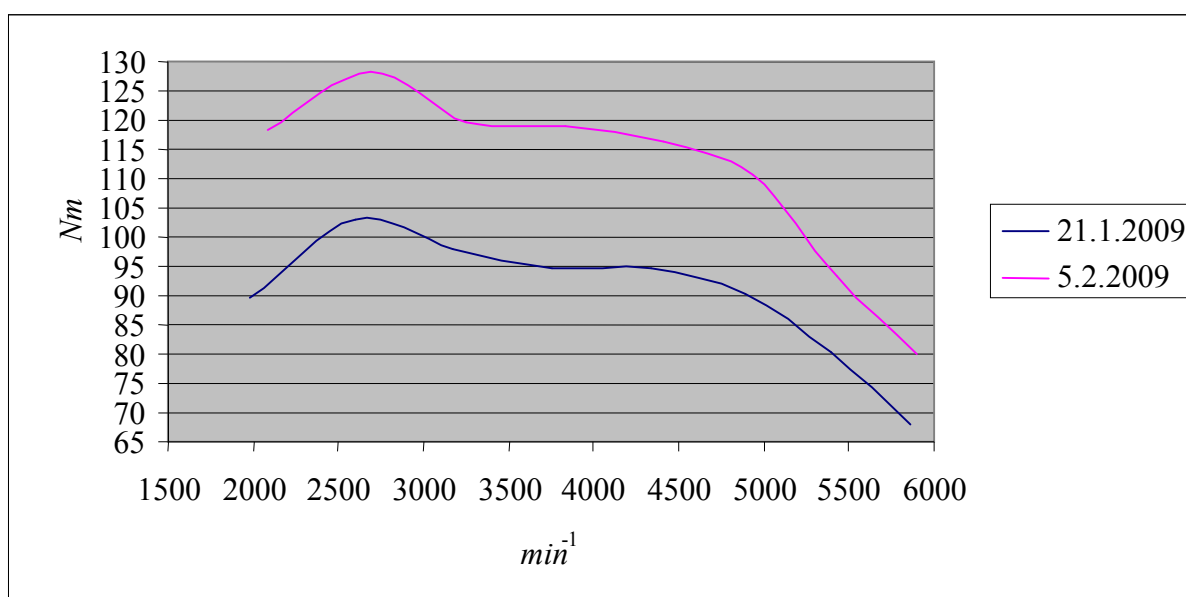
Tabulka 24. Výsledky měření výkonu a točivého momentu 5.2

Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	2085	<b>2604</b>	3177	3753	4339	<b>4889</b>	5396	5862
Výkon motoru (kW)	25,86	36,22	40,79	47,75	53,81	<b>57,20</b>	53,00	49,34
Točivý moment (Nm)	118,42	<b>128,42</b>	119,70	118,89	116,46	110,57	93,24	79,95

Při porovnání výkonu a točivého momentu vidíme na grafu 13 a 14 zlepšení v celém rozsahu měřených otáček. Zlepšení nastalo vymezením provozních vůlí a snížením koeficientu tření v motoru na místech, kde vznikl kovokeramický povrch. Výsledkem je zvýšení výkonu o 24 % a točivého momentu o 25 %.



Graf 13. Porovnání naměřených hodnot výkonu



Graf 14. Porovnání naměřených hodnot točivého momentu

## 7.2. 2009

Provedena výměna všech plášťů na vozidle.

**8.2. 2009**

***Měření spotřeby paliva***

Automobilu Fiat Brava byla na čerpací stanici Shell v Šumperku naplněna plná nádrž benzínem Natural 95. Stav počítadla 99 675 km. S přípravkem *RVS Ga 4* ujetu 1 365,4 km.

Automobil Fiat Brava jsem řídil sám. Měření spotřeby paliva probíhalo na trase Šumperk – Bratrušov – Kopřivná – Hanušovice – Staré Město pod Sněžníkem – Velké Vrbno - zpět do Šumperka – Bratrušov – Kopřivná – Hanušovice – Bohdíkov – Šumperk.

Do automobilu Fiat byl opět na stejné čerpací stanici naplněna nádrž benzínem Natural 95. Stav počítadla 99 788 km. Celková délka měřeného úseku 113 km. Objem doplněného paliva 6,94 litrů. Výsledná spotřeba na 100 km je 6,14 litrů.

**27.2. 2009**

***Měření spotřeby paliva***

Automobilu Fiat Brava byla na čerpací stanici Shell v Šumperku naplněna plná nádrž benzínem Natural 95. Stav počítadla 100 086 km. S přípravkem *RVS Ga 4* ujetu 1 777,3 km.

Automobil Fiat Brava řízen a obsazen majitelkou vozidla. Měření spotřeby paliva probíhalo na trase Šumperk – Zábřeh na Moravě – Mohelnice – Olomouc a zpět.

Do automobilu Fiat byl opět na stejné čerpací stanici naplněna nádrž benzínem Natural 95. Stav počítadla 100 213 km. Celková délka měřeného úseku 127 km. Objem doplněného paliva 8,87 litrů. Výsledná spotřeba na 100km je 6,98 litrů.

### 5.3. 2009

Stav počítadla 100 310 km

S přípravkem *RVS Ga 4* najeto 2 000,5 km

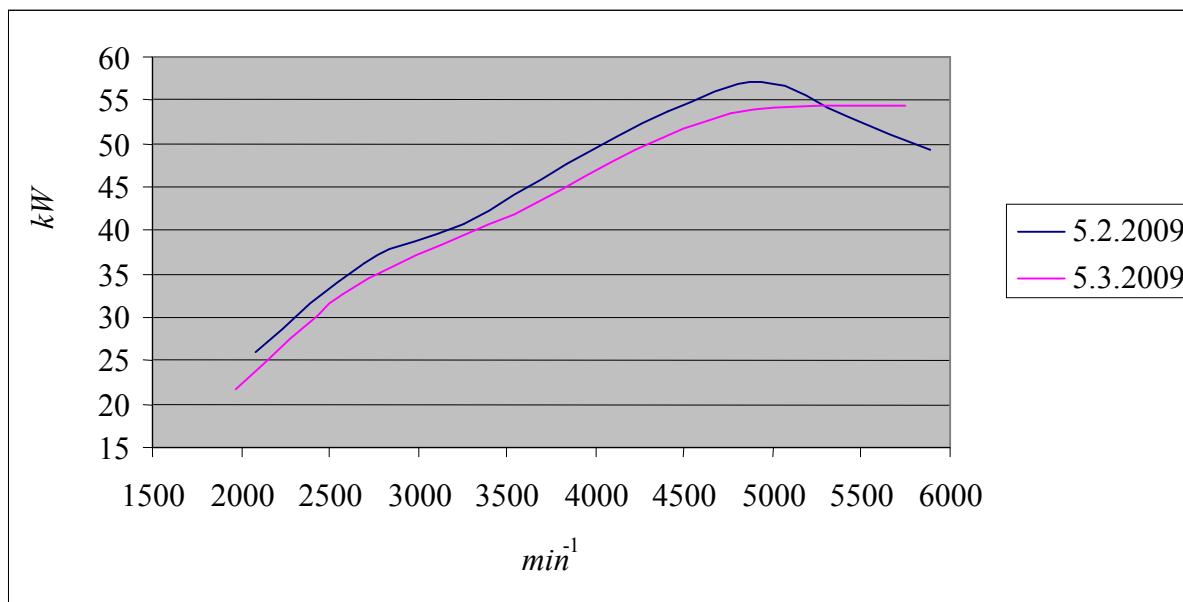
#### **Měření výkonu a točivého momentu**

Výměnou pláštěů na vozidle došlo k mírné změně převodového poměru, který byl v řídícím počítači opraven.

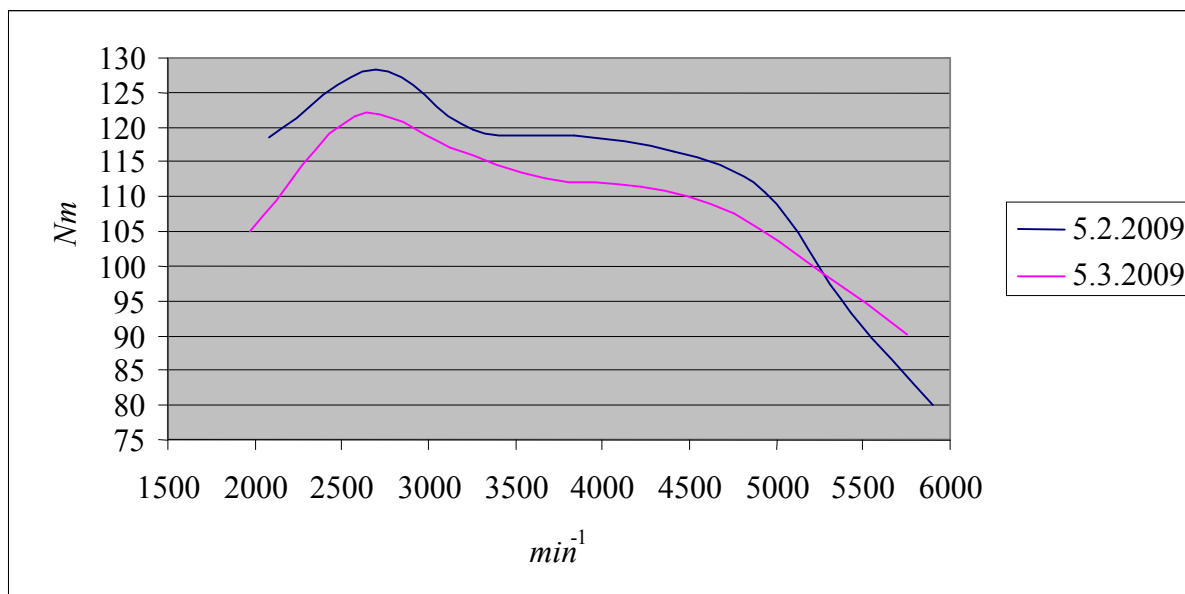
Tabulka 25. Výsledky měření výkonu a točivého momentu 5.3

Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	1971	<b>2573</b>	3124	3668	4225	4756	<b>5270</b>	5753
Výkon motoru (kW)	21,67	32,74	38,34	43,20	49,36	53,60	<b>54,48</b>	54,32
Kroutící moment (Nm)	105,02	<b>121,53</b>	117,22	112,48	111,58	107,64	98,73	90,18

Při porovnání výkonu a točivého momentu pozorujeme mírné zhoršení na grafu 15 a 16. Zhoršení je způsobené ukončením růstu kovokeramického povrchu, který se začíná vyhlazovat. Tím dojde k mírnému vymezení provozních vůlí a zároveň ke snížení vnitřního tření v motoru. Snížením vnitřního tření došlo ke zvýšení výkonu i točivého momentu v otáčkách přes  $5300 \text{ min}^{-1}$ . Výsledkem je snížení výkonu a točivého momentu o 5 %.



Graf 15. Porovnání naměřených hodnot výkonu



Graf 16. Porovnání naměřených hodnot točivého momentu

Stav počítadla 100 352 km

S přípravkem *RVS Ga 4* najeto 2 042,4 km

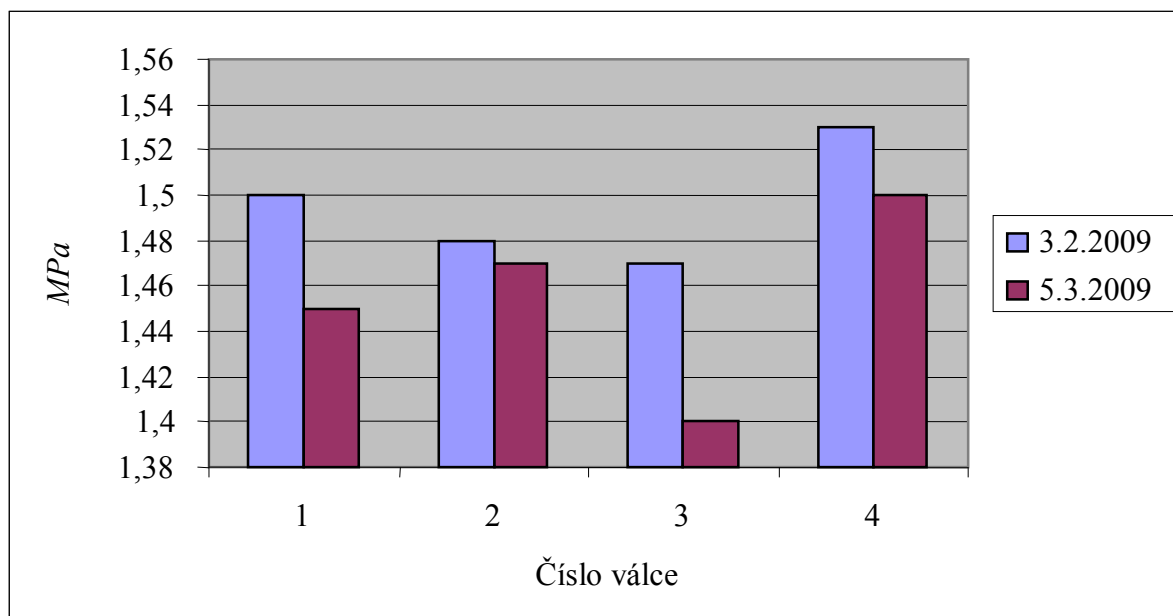
### Měření komprese

Tabulka 26. Výsledky měření komprese 5.3

Číslo válce	1	2	3	4
Tlak válce (MPa)	1,45	1,47	1,40	1,50

Při porovnání vidíme na grafu 17 snížení kompresních tlaků způsobené ukončením růstu kovokeramického povrchu a jeho následnému vyhlazování, při kterém se postupně snižuje koeficient tření.





Graf 17. Porovnání naměřených hodnot tlaku komprese

### 17.3. 2009

Stav počítadla 100 593 km

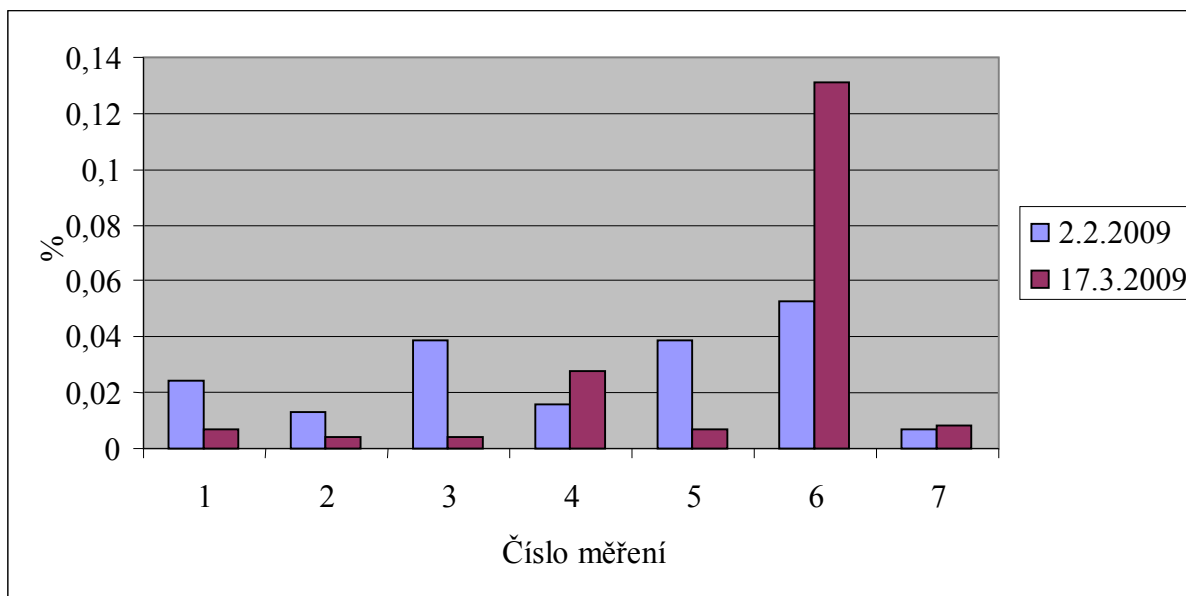
S přípravkem *RVS Ga 4* najeto 2 283,4 km

### Měření emisí výfukových plynů

Tabulka 27. Naměřené hodnoty emisí výfukových plynů 17.3

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7
Otáčky motoru ( $\text{min}^{-1}$ )	870	880	900	2910	4050	4910	870
Teplota oleje ( $^{\circ}\text{C}$ )	98,9	98,9	99,1	99,3	100,3	101,4	101,4
CO (%)	0,007	0,004	0,004	0,028	0,007	0,131	0,008
HC (ppm)	33	25	30	26	20	16	17
CO <sub>2</sub> (%)	15,98	15,92	15,94	15,92	15,98	15,96	15,99
O <sub>2</sub> (%)	0,03	0,08	0,03	0,02	0,06	0,01	0,02
Lambda	0,999	1,000	0,999	0,999	1,001	0,996	1,000

Hodnoty CO na grafu 18 zůstávají přibližně na stejné úrovni.

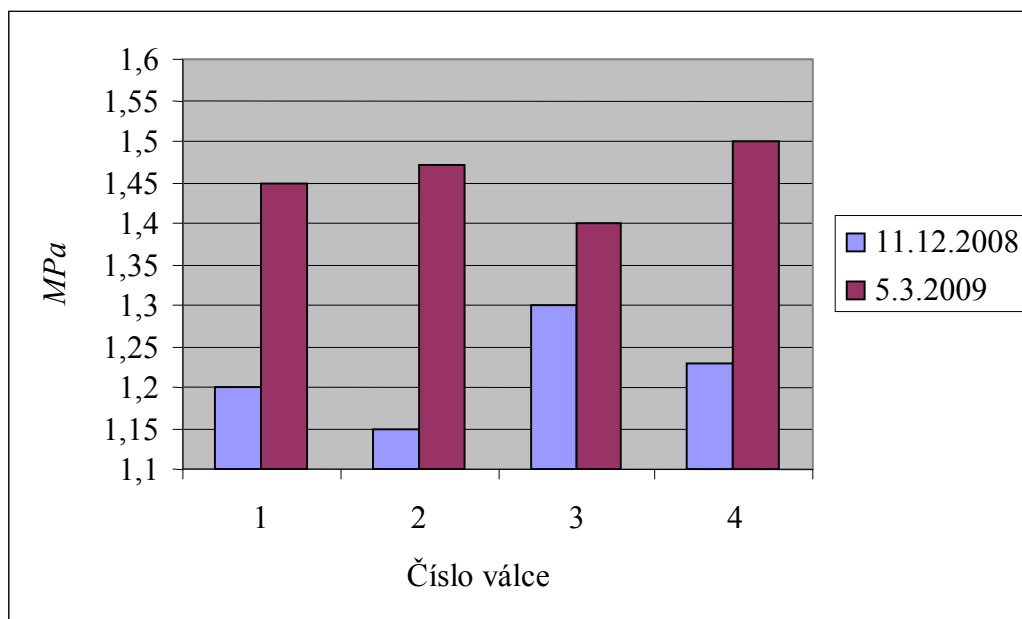


Graf 18. Porovnání naměřených hodnot CO

## 4.8 Vyhodnocení vlivu technologie RVS

### 4.8.1 Vyhodnocení kompresního tlaku

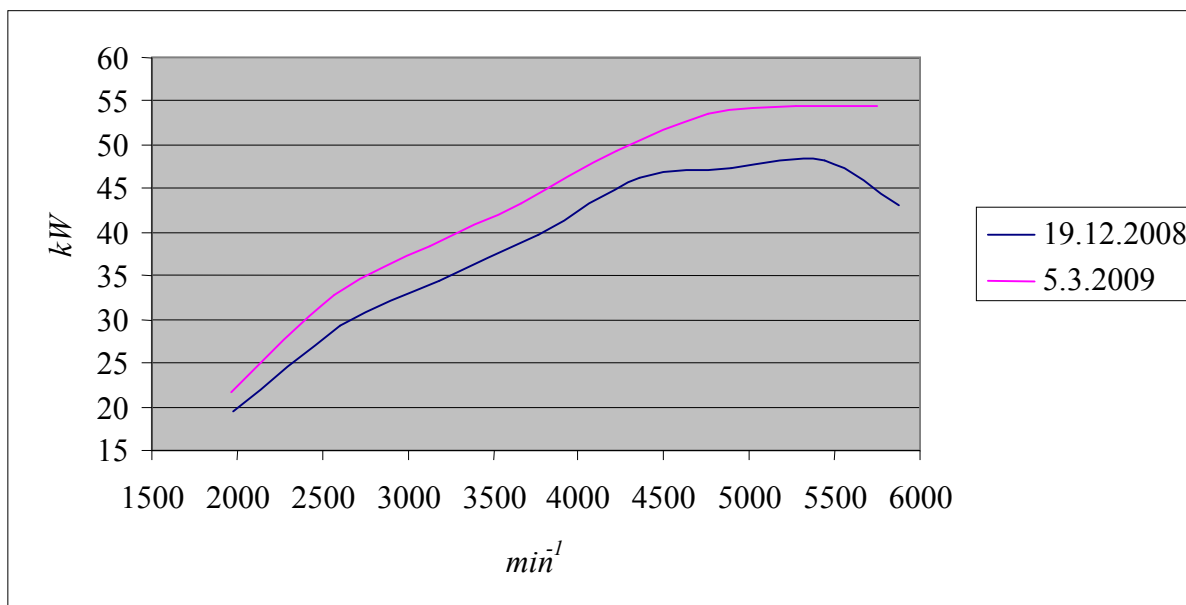
První měření 11.12. 2008 proběhlo na motoru bez použití přípravku RVS. Poslední měření 5.3. 2009 je výsledkem použití přípravku *RVS MOTOR FLUSH* (najeto 320 km) a *RVS Ga 4* dvě balení (najeto 2 042,4 km). Na grafu 19 je vidět zvýšení kompresních tlaků u všech válců v průměru o 18 %. Rozdíl kompresních tlaků mezi třetím a čtvrtým válcem vykazuje rozdíl 7 %. Během dalšího provozu dojde postupně k úplnému srovnání kompresních tlaků mezi jednotlivými válci.



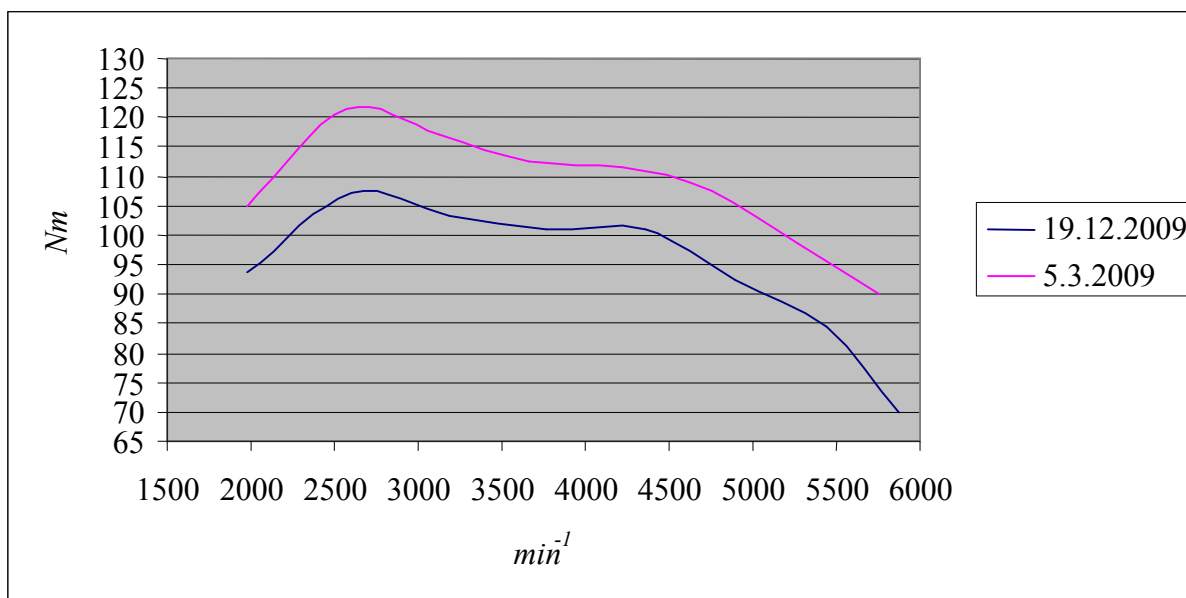
Graf 19. Porovnání naměřených hodnot tlaku komprese

#### 4.8.2 Vyhodnocení výkonu a točivého momentu motoru

První měření 19.12. 2008 proběhlo na motoru bez použití přípravku RVS. Poslední měření 5.3. 2009 je výsledkem použití přípravku *RVS MOTOR FLUSH* (najeto 320 km) a *RVS Ga 4* dvě balení (najeto 2 000,5 km). Na grafu 20 a 21 je vidět zvýšení výkonu i točivého momentu, které nastalo v celém rozsahu měřených otáček v průměru o 13 %. Dalším provozem přejde výkonová křivka v otáčkách přes 5 000 min<sup>-1</sup> z rovnoběžné na stoupající s maximálním výkonem kolem 6 000 min<sup>-1</sup>. Nárůst výkonové křivky způsobuje vyhlazování kovokeramického povrchu, který postupně snižuje svůj koeficient tření.



Graf 20. Porovnání naměřených hodnot výkonu

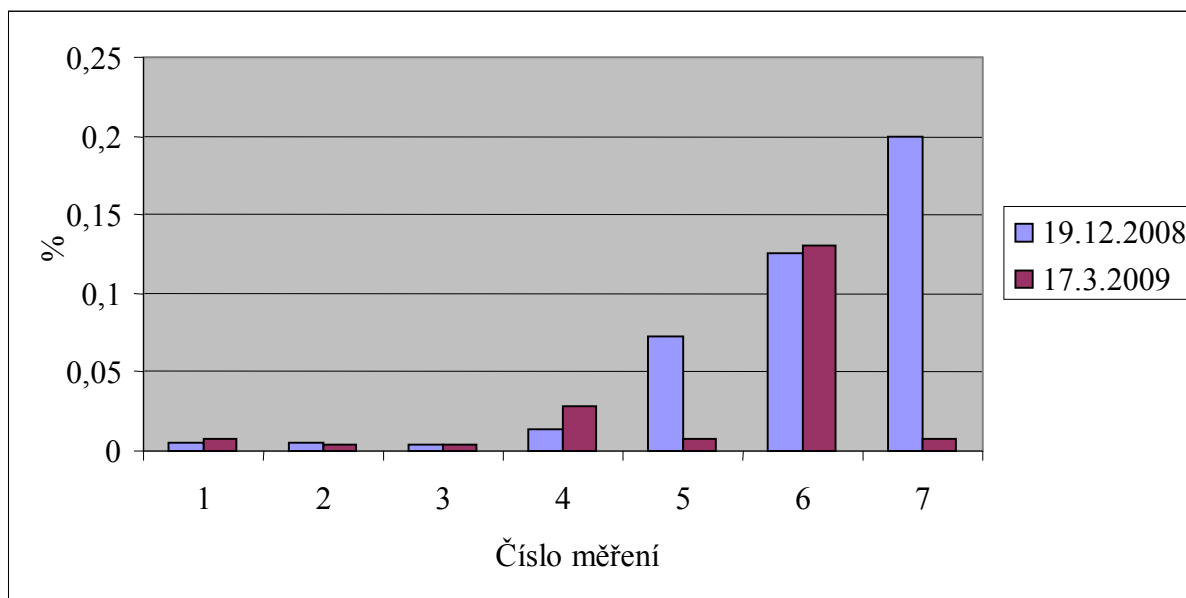


Graf 21. Porovnání naměřených hodnot točivého momentu

#### 4.8.3 Vyhodnocení emisí výfukových plynů

První měření 19.12. 2008 proběhlo na motoru bez použití přípravku RVS. Poslední měření 17.3. 2009 je výsledkem použití přípravku *RVS MOTOR FLUSH* (najeto 320 km) a

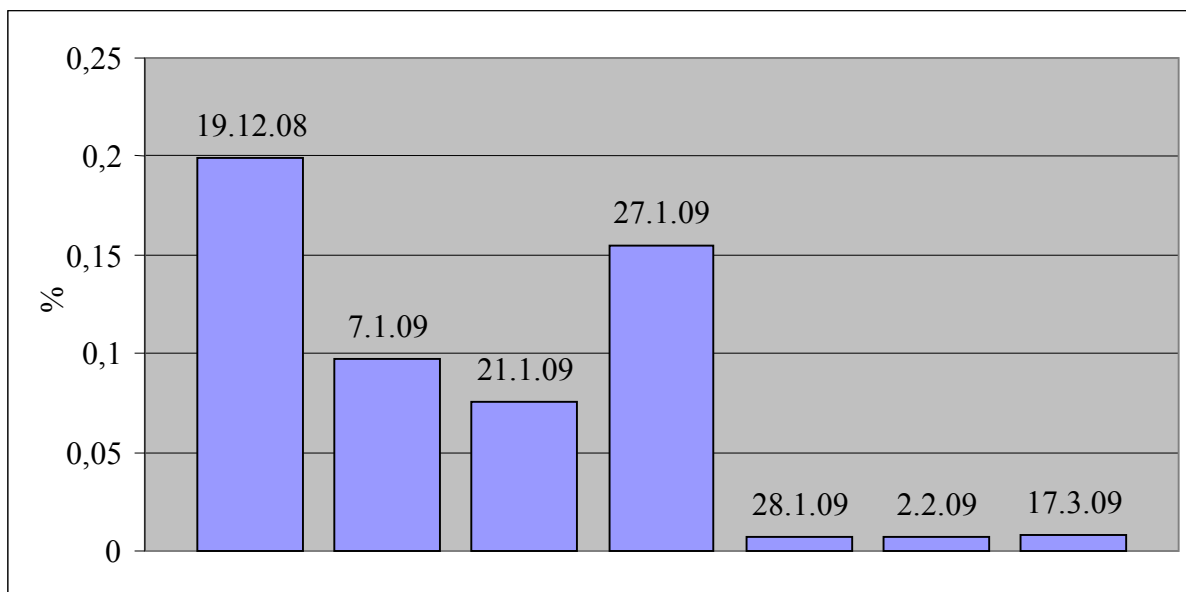
*RVS Ga 4* dvě balení (najeto 2 283,4 km). Jak vidíme na grafu 22, rozdíl hodnot CO v měření číslo 1 až 3 je zanedbatelný. Měření 4 až 6 již ukazuje rozdíly způsobené regulací lambda sondy, která upravuje směšovací poměr na  $\lambda = 1$ . Regulaci lambda sondy vznikají drobné rozdíly v hodnotách, které ovlivňují naměřené hodnoty CO. Měření číslo 7 pak ukazuje zlepšení, způsobené vytvořením kovokeramického povrchu.



Graf 22. Porovnání naměřených hodnot CO

### ***Vyhodnocení naměřených hodnot CO na grafu 23***

Zlepšení mezi 19.12 a 7.1 je způsobeno použitím přípravku *RVS MOTOR FLUSH*. Snížení CO však nastalo jen v měření číslo 7. U ostatních měření mělo opačný účinek. Snížení mezi 7.1 a 21.1 je způsobeno výměnou motorového oleje. Zhoršení mezi 21.1 a 27.1 je způsobeno použitím přípravku *RVS Ga 4*, který provede nejdříve hluboké dočištění vnitřního povrchu motoru, jehož následkem je mírné znečištění oleje, který má negativní vliv na tvorbu emisí. Po dočištění začne na povrchu vznikat kovokeramika. Výrazné snížení mezi 27.1 a 28.1 je způsobeno vznikem kovokeramického povrchu. Mezi 28.1 až 17.3 je hodnota CO téměř neměnná. Produkce CO se v měřeních číslo 7 mezi 19.12 a 17.3 snížila o 84 %.



Graf 23. Porovnání naměřených hodnot CO v měření číslo 7.

#### 4.8.4 Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení jsem provedl podle průměrné spotřeby udané majitelkou vozidla a jednoho měření spotřeby ze dne 27.2. 2009, kdy byl automobil řízen také majitelkou.

Náklady: RVS MOTOR FLUSH 490 Kč

RVS Ga 4 (sada) 3 868 Kč

Celkové náklady za přípravky RVS 4 358 Kč.

Spotřeba: před použitím RVS průměr 7,75 litrů

po použití RVS 7,00 litrů

Snížení spotřeby o 10%.

Úspora: 0,75 litrů na 100 km

při 25 Kč za 1 litr Naturalu 95

na 100 km úspora 18,75 Kč

na 23 300 km úspora 4 369 Kč

Návratnost vložených investic je po ujetí 23 300 km.

## 5 Závěr

Technologie RVS v průběhu renovace motoru dokázala zlepšit všechny sledované hodnoty, které byly měřeny. Potvrdil se tak kladný vliv technologie RVS na parametry motoru. Tato technologie má jako spousta jiných technologií své výhody a nevýhody.

Mezi výhody zahrnují zlepšení všech měřených parametru a také ztišení a zklidnění běhu motoru. Vznikem kovokeramického povrchu se v motoru tvoří méně otěrových částic, které znehodnocují motorový olej a je tedy možnost prodloužit interval ujeté vzdálenosti do výměny oleje. Nesmí se však překročit doba použitelnosti oleje udávaná výrobcem.

Mezi nevýhody uvádím použitelnost jen pro motory s povrchy obsahující železo. Cena přípravku RVS je poměrně vysoká. Doba návratnosti závisí na frekvenci používání automobilu a počtu ujetých kilometrů.

Před použitím přípravku RVS je nutné zkontrolovat stav motoru, zejména těsnost spalovacího prostoru. V případě, kdy je na motoru netěsný ventil nebo poškozené sedlo ventilu a použije se renovační přípravek RVS, dojde ke zvýšení komprese, která následně urychlí destrukci ventilové skupiny. Následkem vzniklé situace se rozšíří jen negativní reklama.

Technologie RVS najde uplatnění u automobilu, kde je vyžadována dlouhá spolehlivost, životnost a nízké provozní náklady. Najde uplatnění zejména mezi profesionály, kteří ocení zlepšení provozních parametru. Přípravky RVS se vyrábějí jak pro renovaci motoru tak i pro převodovky, reduktory, palivové systémy, hydraulické okruhy a další mechanismy. Řidiči, kteří používají automobil sporadicky nevyužijí výhody, které technologie RVS přináší. Snad jen pokud jde těmto řidičům o fakt, že mohou tímto způsobem snížit produkci emisí výfukových plynů.

## **Seznam použité literatury**

- [1] <http://skoda.panda.cz/clanek.php3?id=405> , [26.11. 2008]
- [2] <http://skoda.panda.cz/clanek.php3?id=409> , [26.11. 2008]
- [3] <http://skoda.panda.cz/clanek.php3?id=410> , [26.11. 2008]
- [4] <http://skoda.panda.cz/clanek.php3?id=418> , [26.11. 2008]
- [5] <http://skoda.panda.cz/clanek.php3?id=432> , [14.12. 2008]
- [6] <http://ekolube.oleje.cz/index.php?page=prisady> , [13.12. 2008]
- [7] <http://www.autoresurs.cz/historie.html> , [13.12. 2008]
- [8] <http://www.actex.cz/funkcnost.php> , [14.12. 2008]
- [9] <http://www.mmspektrum.com/clanek/renovace-funkcnich-dvojic-bez-demontaze> ,  
[8.11. 2008]
- [10] <http://www.mmspektrum.com/clanek/povrchove-upravy-a-renovace-technologie-mi-rvs>,  
[8.11. 2009]
- [11] [http://tml.cz/cms3/index.php?option=com\\_content&view=article&id=165&Itemid=207](http://tml.cz/cms3/index.php?option=com_content&view=article&id=165&Itemid=207),  
[13.1. 2009]
- [12] <http://www.velebil.net/mineraly/serpentin> , [ 13.1. 2009]
- [13] Sobolevskij, J., Vitalij; Bouška, Vladimír. Drahé kovy, kameny a šperky. 1. vydání  
Praha: Lidové nakladatelství, 1990. 248 s. **ISBN 80-7022-063-5**
- [14] Papoušek, Miroslav; Štěra, Pavel. Diagnostika spalovacích motorů. 2. aktualizované  
vydání Brno: Computer Press, 2007. 223 s. **ISBN 978-80-251-1697-5**
- [15] <http://www.rvs-tec.cz/start.htm> , [20.11. 2008]
- [16] <http://skoda.panda.cz/clanek.php3?id=86> , [4.10. 2008]
- [17] VOŠ Zábřeh, výtisk servisních údajů Fiat Brava 1.4 12V, motor 182 A 3.000, Bosch  
Diagnostics Software.